

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

В. Х. Далека, В. М. Шавкун

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛІФТІВ
ТА СПЕЦТЕХНІКИ

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання
спеціальності 7.17020201, 8.17020201 – Охорона праці (за галузями))*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2016

Далека В. Х. Конспект лекцій з дисципліни «Безпека експлуатації ліфтів та спецтехніки» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності 7.17020201, 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / В. Х. Далека, В. М. Шавкун; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 68 с.

Автори: В. Х. Далека,
В. М. Шавкун

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В. М. Фатєєв

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту,
протокол № 10 від 01.04. 2014р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
РОЗДІЛ 1 ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ.....	7
1 Загальні відомості про підйомно-транспортні машини.....	7
2 Основні вимоги, що пред'являються до складних одиниць та машин у цілому.....	9
3 Класифікація навантажувально-розвантажувальних машин.....	14
4 Загальні положення розрахунку вантажопідйомних машин.....	15
4.1 Основні параметри підйомно-транспортного обладнання.....	15
4.2 Режими роботи механізмів і вантажопідйомних машин.....	18
4.3 Розрахункові навантаження, що виникають в процесі експлуатації транспортних засобів.....	22
4.4 Розрахунки на міцність елементів механізмів.....	28
5 Основні техніко-експлуатаційні показники та економічна ефективність машин.....	31
РОЗДІЛ 2 ЛІФТОВЕ ГОСПОДАРСТВО.....	35
1 Призначення і класифікація ліфтових установок	36
2 Системи електроприводу пасажирських ліфтів	37
3 Конструкція основних вузлів ліфта	37
4 Монтаж механічного обладнання ліфта	53
5 Монтаж електрообладнання ліфта.....	56
6 Заземлення ліфта	57
7 Випробування і регулювання ліфта.....	58
8 Регулювання електроапаратури	61
9 Монтажні випробування та обкатка.....	62
10 Здача ліфта в експлуатацію	63
11 Інструкція по експлуатації	64
11.1 Загальні вказівки	64
11.2 Вимоги з охорони праці	64
11.3 Правила пожежної безпеки	65
11.4 Підготовка до роботи ліфта	65
Список джерел.....	67

Вступ

Підйом виробництва на якісно новий рівень можливий за рахунок послідовного проведення курсу на подальшу індустріалізацію, суттєвого скорочення ручної праці, досконалість його структури та організації. Безперервний кількісний і якісний ріст виробництва потребує подальшого скорочення вартості продукції, трудомісткості, строків виконання робіт, підвищення ефективності капіталовкладень та продуктивності праці. Успішне вирішення зазначених вимог може бути забезпечено удосконаленням технології та організації робіт, впровадженням поточних методів виробництва, підвищенням ефективності використання існуючого машинного парку, створенням і впровадженням нових, більш досконалих і продуктивних засобів і обладнання, комплексною механізацією та автоматизацією важких і трудомістких процесів, поліпшенням умов праці.

В створенні матеріально-технічної бази значну роль відводиться підйомно - транспортному машинобудуванню, спрямованому на впровадження в усіх областях господарства комплексної механізації та автоматизації на базі застосування основних машин підвищеної одиночної потужності, ліквідацію ручних навантажувально-розвантажувальних робіт і вилученню важкої ручної праці в процесі виконання основних і допоміжних виробничих процесів. Широкому впровадженню комплексної механізації та автоматизації сприяє насичення промисловість необхідною кількістю високопродуктивних машин, освоєння виробництва нових типів машин, розширення технологічних можливостей засобів механізації та досконалість організації їх ефективного використання.

Сучасні поточні технологічні та автоматизовані лінії, між - і внутрішньо цеховий транспорт, навантажувально-розвантажувальні операції органічно пов'язані із застосуванням вантажопідйомних машин і механізмів різного призначення, що забезпечують безперервність і ритмічність виробничих процесів.

Так, при здійсненні будівельних робіт в сформованих міських умовах часто виникають додаткові труднощі із-за необхідності їх виконання в стиснутих умовах і стислі терміни, оскільки більшість із них пов'язано з порушенням пішохідного руху, сталого режиму роботи транспорту, наземних і підземних комунікацій. Крім того, часто приходиться виконувати трудомісткі підготовчі операції по руйнуванню старих будівель, фундаментів, дорожнього покриття. Для ефективного виконання робіт в цих умовах використовується широка номенклатура високопродуктивних спеціальних і універсальних машин багатоцільового призначення, що володіють компактністю, високими транспортними якостями та забезпечують повну безпеку в даних умовах. Широко використовуються в стислих умовах засоби малої механізації, що дозволяють практично повністю вилучити ручну працю.

Для скорочення малокваліфікованої та одноманітної праці, а також праці в важких і шкідливих для здоров'я умовах, все ширше здійснюються заходи по впровадженню автоматичних маніпуляторів (промислових роботів).

Правильний вибір вантажопідйомного обладнання є основним фактором нормальної роботи та високої ефективності виробництва. Неможливо забезпечити стійкий ритм виробництва на сучасній ступені його інтенсифікації без погоджувальної та безвідмовної роботи засобів механізації транспортувальних операцій. У теперішній час успішно здійснюється перехід від застосування окремих видів підйомно-транспортної техніки до впровадження високопродуктивних комплексів і принципіально нових систем.

Сучасні високопродуктивні вантажопідйомні машини, яким притаманні великі швидкості та вантажопідйомність, з'явилися в результаті поступової їх досконалості на протязі довгого часу. Ще в глибокій давності виконувалися будівельні роботи, пов'язані з підняттям і переміщенням великих ваг, наприклад спорудження єгипетських пірамід (піраміда Хеопса висотою 146,6 м споруджена в XXVIII ст. до н.е. і складена із вапнякових блоків масою до 30т).

Першими засобами механізації були важелі, катки та нахилені площини. Важельні підйомники, які можна вважати прототипами сучасних стрілкових кранів, використовували для підйому води ще за 30 століть до н.е. В VII столітті до н.е. з'являлися блоки, а в II столітті до н.е. – ворота з черв'ячною та зубастими передачами з ручним приводом.

В епоху середньовіччя розвиток підйомно-транспортної техніки призупинився. В XI-XII ст. з розвитком торгівлі, мореплаваль та гірничо-металургійної промисловості почався швидкий розвиток вантажопідйомних машин. З'явилися перші прототипи сучасних кранів з ручним приводом.

В 20-х роках XIX століття було створено паровий двигун, а в 1860р. Перший кран з паровим двигуном. В 80-х роках того ж століття почали застосовувати крани з електричним двигуном. Промислове застосування електропривід отримав завдяки роботам російського вченого М. О. Доливо-Добровольського, який створив систему трьохфазного струму та простий і надійний асинхронний двигун, а також розробив ряд електротехнічних апаратів.

Велика заслуга в розвитку цього напрямку належить російським механікам. Ще в XI столітті при зведенні Софійського собору в Новгороді будівельники використовували складні системи поліспастів для підйому ваг. В 1677 р. На дзвіницю Московського Кремля підняли за допомогою дерев'яних важелів, поліспастів і воріт Великий Успенський дзвін масою 130 т. В Петербурзі промислове застосування підйомно-транспортних пристроїв відомо з 1703р. Наприклад, в 1769р. Був переміщений кам'яний моноліт розміром 15х9х7 м і масою більш 1000 т для пам'ятника Петру I.

Довгий час в Росії не вивчався та не узагальнювався досвід розвитку підйомно-транспортних машин і тільки в 1892р. – робота проф. М. М. Петрова, що систематизує та узагальнює досвід механізованого перевантаження масових вантажів.

Серед основних конструктивних тенденцій в підйомно-транспортному машинобудуванні слід відзначити наступні:

- створення якісно нових вантажопідйомних машин і механізмів, а також широку модернізацію існуючих конструкцій обладнання для забезпечення механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних, транспортувальних і складських робіт в усіх областях господарства;

- підвищення вантажопідйомності підйомно-транспортних машин при одночасному значному зниженню їх маси завдяки нових кінематичних схем, раціональних профілів метала, матеріалів, легких сплавів і пластмас, а також прогресивних технологій машинобудування;

- збільшення продуктивності по різних видам обладнання завдяки застосуванню широкого регулювання швидкостей механізмів, автоматичного, напівавтоматичного та дистанційного керування, спеціальних захоплюваних і інших підйомних агрегатів, а також створення поліпшених умов праці обслуговуючого персоналу внаслідок застосування установок для охолодження та очищення повітря в кабінах і інших заходів;

- підвищення надійності роботи машин і довговічності їх елементів шляхом розробки прогресивних технологічних рішень, застосування нових уточнювальних методів розрахунку та матеріалів з поліпшеними фізико-механічними властивостями.

У цілому, зростання технічного рівня різних видів підйомно-транспортних машин і технологічного обладнання забезпечується за рахунок підвищення їх одиночної потужності (енергонасичення) та продуктивності, універсальності і технологічних можливостей, надійності та довговічності, підвищення питомих показників важливих робочих параметрів, розвиток гідрофіксації приводів широкого використання в конструкціях машин уніфікованих вузлів, агрегатів і деталей, розширення номенклатури змінного робочого обладнання, застосування сучасних систем автоматизації керування робочими процесами машин, підвищення їх прилаштування до технічного обслуговування та ремонту, поліпшення умов праці машиністів (операторів).

Метою викладання навчальної дисципліни «Безпека експлуатації ліфтів та спецтехніки» є формування загально-професійних та спеціалізовано-професійних компетенцій з вивчення правил будови і безпечної експлуатації ліфтів та спецтехніки; набуття знань з розвитку виконавчих механізмів електромеханічних приводів та перспективних їх конструкцій загального промислового призначення.

РОЗДІЛ 1 ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ

1 Загальні відомості про підйомно-транспортні машини

Машина складається із складальних одиниць (елементів), що виконують певні функції в процесі її роботи, зокрема, *силового обладнання* (одного або кількох двигунів) для отримання механічної енергії; *робочого обладнання* для безпосереднього діяння на переробляє мий матеріал і виконання заданого технологічного процесу; *ходового обладнання* (у переносних і стаціонарних пристроях воно відсутнє) для пересування машини і передачі її ваги та робочих навантажень на опорну поверхню; *передавальних механізмів*, що зв'язують робоче та ходове обладнання з силовим; *системи керування* для запуску, зупинення та зміни режимів роботи силового обладнання, вмикання, вимикання, реверсування, регулювання швидкостей, а також гальмування механізмів і робочого органа машини; *несучої рами* для розміщення та закріплення всіх вузлів і механізмів машини.

Підйомно-транспортна машина уявляє собою електромеханічну систему, що виконує корисну роботу з перетворенням одного виду в інший. Вона складається із механізмів різного призначення, об'єднаних загальним корпусом, рамою або станиною. Механізми включають в себе вузли у вигляді закінчених складальних одиниць, а також деталі. Останні виготовляють в основному із однорідного по найменуванню та марці матеріалу без використання складальних операцій. Їх підрозділяють на прості (закльопка, штифт, шпонка), складні (розподільний вал, корпус редуктора та двигуна), загального (болти, вали, зубчасті колеса) і спеціального призначення, які застосовуються в різних видах машин (гаки кранів, корпуса ковшем екскаваторів, поршня насосів).

Основними вимогами, що пред'являються до деталі, є простота їх форм, економічність (вартість матеріалу, витрати на виготовлення та експлуатацію) і надійність (здібність зберігати у часі свою працездатність). Визначають працездатність як по окремим, так і сумісним показникам міцності, зносостійкості, теплостійкості, жорсткості, стійкості та вібростійкості. Значення необхідних показників, головним серед яких для більшості деталей є міцність – властивість елемента чинити опір зміненню форми (руйнуванню) під дією зовнішніх навантажень, залежить від умов роботи деталей, наприклад для деталей кріплення – міцність, ходового гвинта – зносостійкість.

Найбільш розповсюдженими способами оцінки міцності деталей є:

- порівняння розрахункових напружень від діючих навантажень з допустимими значеннями:

$$\sigma \leq [\sigma] \quad \text{і} \quad \tau \leq [\tau] \quad (1.1)$$

де $\sigma, [\sigma]$ і $\tau, [\tau]$ – відповідно розрахункове та допустиме нормальне або дотичне напруження.

- порівняння дійсного коефіцієнта запасу міцності n з допустимим $[n]$, причому завжди $n \geq [n]$

Допустимі напруження, при досягненні яких порушується нормальна робота деталей, тобто з'являються тріщини, деформації, руйнування, визначають по відомим виразам:

$$\begin{cases} [\sigma] = \sigma_{\text{гран}} / [n] \\ [\tau] = \tau_{\text{гран.}} / [n] \end{cases} \quad (1.2)$$

де $\sigma_{\text{гран}}$ і $\tau_{\text{гран}}$ – граничні нормальні та дотичні напруження відповідно.

Допустимий коефіцієнт запасу міцності включає в себе наступні коефіцієнти:

$$[n] = [n_1][n_2][n_3], \quad (1.3)$$

де $[n_1]$ – коефіцієнт, що враховує точність визначення діючих на деталь навантажень і виникаючих напружень;

$[n_2]$ – коефіцієнт, що враховує однорідність фізико-механічних властивостей матеріалу деталі;

$[n_3]$ – коефіцієнт, що враховує специфічні вимоги безпеки роботи елемента машини.

Діючі напруження можуть бути постійними та змінними у часі. У свою чергу, змінні напруження розподіляються на симетричні, асиметричні, знакопостійні, знакозмінні та пульсуючі. При розрахунку деталей машин на міцність при постійних або змінних напруженнях граничним напруженням приймають відповідні границі міцності та витривалості (при розтягу, стиску, згину та крученні), а також коефіцієнти запасу міцності по табличним даним. Для визначення необхідних розмірів деталі виконують проектний розрахунок по допустимим напруженням, а потім уточнювальний – коефіцієнтам запасу міцності.

Надійність елементів машин залежить від фізико-механічних властивостей використовуваного конструкційного матеріалу, якості механічної обробки, а також вибору раціональних режимів їх експлуатації. Для виготовлення деталей машин як основні матеріали використовують сталі, чавуни, кольорові метали та різноманітні сплави. Так, застосовують сталі вуглецеві (деталі машин і металеві конструкції) і легувальні (відповідальні деталі), а чавуни – сірий (широке використання, утому числі корпуса редукторів), білий (гальмові колодки, наконечники зуб'їв ковшем екскаваторів) і ковкий. Кольорові метали (мідь, цинк, свинець, алюміній та інші) використовують в основному в наступних сплавах: бронза, латунь, бабіт. Ці сплави характеризуються корозійною стійкістю, добрими антифрикційними та технологічними властивостями, електропровідністю.

В підйомно-транспортному машинобудуванні широко використовуються і неметалеві матеріали, такі як шини, амортизатори, елементи пружних муфт, паса, шкіра, манжети, прокладки, графіт (струмознімальні щітки, змащування поверхонь тертя), азбест, металокераміка та різні види. У порівнянні пластмаси володіють рядом переваг: легкістю, міцністю, тепло- та електроізоляцією,

стійкістю до дії агресивних середовищ, фрикційністю та антифрикційністю (в залежності від призначення деталі), шумо- та вібровбираючими властивостями, порівняльно невеликою трудомісткістю виготовлення, більш низькою вартістю. Номенклатура деталей різноманітна – це зубчасті колеса, шків, канатні блоки, вкладиші підшипників, втулки, корпусні деталі, елементи електрообладнання. Однак розширення області застосування обмежується їх схильністю до «старіння» (зміна механічних і лінійних характеристик в процесі експлуатації).

2 Основні вимоги, що пред'являються до складних одиниць та машин у цілому

Основні вимоги, що характеризують одночасно якість транспортних засобів, можна навести за допомогою низки нижченаведених показників. Якість – узагальнена здібність машини задовольняти певним потребам, пов'язаним з їх призначенням.

1 Призначення характеризується властивостями машини, що визначають основні функції виконання та обумовлюють область їх застосування. До цієї групи відносять наступні показники:

- класифікаційні, що визначають один або кілька основних параметрів (передатне число редуктора, місткість, вантажопідйомність транспортних засобів);
- функціональної та технічної ефективності (забезпечення максимально можливої продуктивності при роботі в будь-який час доби і року, мінімальної вартості одиниці продукції при роботі в конкретних виробничих умовах), а також якості виконаної роботи;
- конструктивні, що визначають основні проектно-конструкторські рішення машини (габаритні та приєднувальні розміри; робочий тиск в гідросистемі; потужність приводу; швидкості робочих органів; тип ходового пристрою та приводу; наявність елементів автоматики; можливість працювати в скрутних умовах; достатньо висока маневреність, проходимість, мобільність та стійкість; простота і міцність конструкції; легкість проведення технічного обслуговування та ремонту).

Маневреність – здібність машини пересуватися та розвертатися з мінімальним радіусом повороту в скрутних умовах і при транспортуванні.

Мобільність – здібність машини до достатньо швидкого переміщення з об'єкта на об'єкт з мінімальною трудомісткістю, перевантаження її із транспортного положення та навпаки.

Стійкість – здібність машини протистояти дії сил, що прагнуть перекинути її під час роботи та переміщення.

2 Надійність характеризує загальну властивість машини зберігати свою працездатність у часі та включає в себе такі поняття як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереження.

Працездатність – стан машини, при якому вона здібна виконувати задані функції та зберігати значення заданих параметрів в межах, установлених нормативно-технічною документацією.

Безвідмовність – властивість машини безперервно зберігати працездатність на протязі деякого часу або напрацювання. Вона характеризується опірністю елементів конструкції руйнуванню, зносу, корозії, стабільністю фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів, а також робочих процесів в складальних одиницях, агрегатах і системах.

У випадку порушення працездатності з таких причин як корозія, опромінення, дія зовнішніх температурних факторів час роботи до відмови оцінюється календарною тривалістю (місяці, роки) і *називається строком служби до відмови*, а регламентований час роботи машини – *строком служби*. Враховуючи суб'єктивність зазначеного показника, для більшості машин основне значення має тривалість роботи (у відпрацьованих годинах), або виконаний обсяг (число циклів, обсяг перероблених матеріалів). Тому час роботи до відмови у цьому випадку називається *напрацюванням на відмову*, а регламентований час – *ресурсом*.

Відмова – порушення працездатності машини. Всі види відмов розподіляються на дві групи: А – через порушення елементів (руйнування, деформації, знос, обрив проводів, коротке замикання) і Б – внаслідок порушення якості функціонування (порушення регулювання, засмічення гідросистеми).

Відмови класифікуються наступним чином:

- За частотою – одиночні та повторні;
- За взаємозв'язками – первинні (незалежні) або вторинні (залежні), викликані діями іншої відмови;
- За умовами виникнення – виниклі при виконанні основних функцій або збереженні, транспортуванні, на неробочому пробігу;
- За рівнем зовнішніх діянь – при нормальних або ненормальних (відхилення від правил технічного обслуговування та керувань, при недопустимих навантаженнях) умовах роботи;
- За зовнішнім виявленням – явні (швидке знаходження) та сховані (час знаходження вище установлених норм);
- За видом – легкі (руйнування прокладки), середні (викликають зупинку машини для ремонту), важкі (значні руйнування);
- За складнощами усунення – потребують проведення технічного обслуговування, поточного або капітального ремонту;
- За здібностями до відновлення – усуваємі в експлуатаційних або стаціонарних умовах;
- За можливостями прогнозування – прогнозуємі (діагностичними приладами від змінення параметрів, напрацювання) або непрогнозуємі;
- За характером змінення параметрів – *поступові* (починаються відразу після початку роботи машини, залежать від її тривалості та пов'язані із зносом, корозією, втомлюваністю, старінням та повзучістю матеріалів); *раптові*

(сполучення несприятливих факторів і випадкових зовнішніх діянь, що перевищують можливість до їх сприйняття, виникають через деякі випадкові проміжки часу, не залежать від технічного стану машини та тривалості попередньої роботи, а протікає швидко) і *складні* (включають особливості зазначених вище видів відмов, час виникнення – величина випадкова, а швидкість залежить від опірності елементів машини);

- За наслідками – *відмови функціонування* (пов'язані з пошкодженням окремих елементів машини, яка не може виконувати свої функції, наприклад викришився зуб шестерні, насос не подає мастило в систему, не заводиться двигун внутрішнього згорання) або *параметричні* (машина може виконувати свої функції, але працює за межами своїх технічних характеристик: загазованість повітря, падіння ККД передачі, зниження тиску в гідросистемі). Обидва види відмов можуть бути як поступовими, так і раптовими.

Довговічність – властивість машини зберігати працездатність до настання граничного стану при сталій системі технічного обслуговування та ремонтів.

Граничний стан машини виникає при неможливості її подальшої експлуатації та уявляє собою відмову, що викликає необхідність в проведенні відновлюваного або капітального ремонту.

В машинах розрізняють три групи елементів, що відрізняються характеристиками граничних станів:

А – невідновлювані елементи після першої відмови (пружини, підшипники кочення, зубчасті колеса, ущільнення, гальмові накладки);

Б – відновлювані елементи та прості системи, що мають в експлуатації більш однієї відмови. Їх працездатність до граничного стану підтримується регулюванням, заміною елементів;

В – складні системи (машина у цілому). Працездатність її до граничного стану підтримується за рахунок впровадження ефективних заходів по технічному обслуговуванню та поточному ремонту. Даний стан настає при виникненні необхідності в проведенні капітального ремонту або списанні машини.

Ремонтпридатність – пристосованість машини до попередження, виявлення та усунення причин пошкоджень (відмов) шляхом проведення технічного обслуговування та ремонтів.

Вона включає в себе наступні поняття:

- доступність (уміння здійснювати огляд та роботи з регулювання і заміні деталей з мінімальними обсягами додаткових робіт і мінімальною втомлюваністю робітників);

- контролепридатність (можливість здійснення контролю технічного стану елементів машин при профілактичних заходах, а також пошук відмови або причини несправностей за допомогою спеціальних методів і засобів);

- легкознімаємість (заміна складальних одиниць або агрегатів з мінімальними витратами часу та праці, що визначається габаритами, системою кріплення і конструкцією роз'ємів знімаемого вузла);

- взаємозамінюваність (характеризується обсягами пригоночних робіт при установці однотипових елементів);
- блочність та агрегатність (можливість демонтажу та монтажу на транспортну систему складальної одиниці або агрегату без попереджувального розбирання суміжного з ним вузла);
- ступінь уніфікації (використання однотипових деталей і складальних одиниць в різних машинах).

Збережуваність – властивість машини зберігати справний стан, працездатність на протязі та після строку збереження чи транспортування. Вона характеризується опірністю конструкцій машини, зміненню технічних характеристик елементів під дією вологості, атмосферного тиску, опромінювання, забрудненості атмосфери, навколишньої температури, власної маси при збереженні. Високі показники збережуваності досягаються лакофарбовим покриттям і герметизацією, застосуванням спеціальних заглушок і пробок, а також опорних пристосувань.

3 Стандартизація та уніфікація характеризують насичування машин стандартними, уніфікованими та оригінальними деталями і складальними одиницями.

Стандартизація передбачає введення обов'язкових норм – стандартів, яким повинні відповідати певні деталі, складальні одиниці та параметри машин на стадії проектування, виготовлення і експлуатації. Велика кількість деталей і вузлів (деталі для кріплення, підшипники, редуктори, гідроапаратура, системи та прилади автоматизації), що застосовуються в транспортних машинах різного призначення, випускається по заводським і галузевим нормам, державним (ДСТ) і міжнародним (ІСО) стандартам.

Допускається змінювати та вдосконалювати конструкцію машин. У відповідності з цим використовується взаємозамінюваність деталей і вузлів, що дозволяє виконувати їх складання чи заміну без попередньої підгонки. Взаємозамінюваність заснована на широкій уніфікації, тобто на раціональному скороченні номенклатури однотипових деталей і складальних одиниць для застосування їх в різних, а також однотипових машинах.

Наявність стандартів дозволяє здійснити масове виготовлення деталей і вузлів та найновішої технології, підвищення їх якості і, як наслідок, надійність і довговічність, а також зниження витрат часу, праці, матеріалів і засобів при проектуванні, виготовленні та експлуатації.

4 Ергономічні вимоги відображають взаємодію людини з машиною та розподіляються на:

- *гігієнічні* – відповідність кабіни умовам життєдіяльності та працездатності машиніста (розміри кабіни, освітленість, вентиляція з фільтрами для очищення повітря, вібрація, пило- та газонепроникність);
- *антропометричні* – відповідність робочого місця та його частин формі, ваги та розмірам тіла машиніста (зручне, регулюєме за висотою та горизонталі сидіння машиніста, регулювання підліктників, відстань до важелів, рукояток, кнопок керування);

- *фізіологічні та психофізичні* – відповідність робочого місця машиніста можливостям сприйняття та переробки інформації, відповідність закріпленим і знов формуючим навичкам людини.

5 *Естетичні вимоги* характеризуються інформаційною виразністю, раціональністю форм, цілісністю композиції, досконалістю виробничого виконання, відповідністю сучасному стилю, внутрішньою та зовнішньою оздобою, узгоджуваністю з навколишнім середовищем, зручністю розміщення та чіткості виконання фірмових знаків.

6 *Екологічні вимоги* враховують питання, пов'язані з охороною навколишнього середовища при експлуатації машин. До них відносяться виявлення можливостей механічних (порушення земної поверхні), хімічних (зміст та імовірність викидів шкідливих частинок, газів, мастил, випромінювань як при експлуатації, так і збереженні та транспортуванні), світлових, біологічних діянь на навколишнє середовище з метою їх обмеження до допустимих границь.

7 *Безпеку* повинні забезпечувати конструкція машини, заходи та засоби захисту людей, що працюють на транспорті безпосередньо та поруч з ним при експлуатації, ремонті, зберіганні та транспортуванні, в зонах можливої небезпеки, в тому числі в аварійних і після аварійних ситуаціях від механічних, електричних, теплових діянь, отруйних і вибухових парів, шумів, радіоактивних випромінювань.

Зниження травматизму досягається за рахунок підвищення міцності та жорсткості конструкції кабіни, використання без осколочного скла, установлювання на вікна захисних ґраток і аварійного люка, забезпечення звуковою та світловою сигналізацією та приладами, автоматичними пристроями безпеки та блокування. Велике значення має оглядність, тобто добра видимість і освітленість робочих органів і навколишніх їх ділянок робочого середовища. З позиції безпеки на машині повинні установлюватися вогнегасники, осколочні козирки, омивачі та пристрої, що виключають обмерзнення та запотівання скла, обігрівачі для холодного часу року, кондиціонери для жаркого та тропічного клімату.

8 *Технологічність* передбачає оптимальний розподіл витрат матеріалів, засобів, праці та часу при підготовки виробництва, виготовленні деталей, складанні вузлів і машини в цілому, експлуатації та ремонтах (в тому числі зручність заміни вузлів і агрегатів), можливість використання технологій з автоматизацією процесів шляхом впровадження маніпуляторів і промислових роботів.

9 *Транспортабельність* машин і обладнання повинна забезпечити їх прилаштування до переміщення в просторі на транспорті, спеціальних транспортних засобах і своїм ходом з мінімальними витратами праці на підготовчі операції (пакування, частковий демонтаж, навантаження, кріплення і т.п. з протилежними операціями після перевезення).

10 *Патентно-правові вимоги* передбачають патентну чистоту (оригінальні рішення в конструкції) та захист (заявки на патент) машин і є основним фактором при визначенні їх конкурентноздатності.

11 Економічні вимоги характеризуються ціною та економічним ефектом, визначасимими на стадіях проектування, підготовки виробництва, виготовлення, випробувань та експлуатації при відповідному збільшенні продуктивності, зниженню маси машини, вартості перероблюємої продукції та поліпшення якості виконаних робіт.

Всі вищезазначені вимоги регламентуються відповідними заводськими, галузевими, державними та міжнародними правилами, нормами і стандартами.

3 Класифікація навантажувально-розвантажувальних машин

Характер виробничого процесу, його специфічні особливості, рід і фізико-механічні властивості вантажів, що переміщуються, визначають тип і конструкцію застосовуємого підйомно-транспортного обладнання. При здійсненні вибору його типу необхідно враховувати: комплексність механізації навантажувально-розвантажувальних і транспортних операцій на усіх етапах виробничого процесу, умови зберігання пересувного вантажу, відповідність продуктивностей транспортних і технологічних машин, включених в один потік, створення благо сприятливих умов праці для обслуговуючого персоналу та інші. Виконання зазначених вимог в різних галузях виробництва привело до створення різноманітних типів підйомних і транспортних пристроїв, що відрізняються між собою по призначенню, конструкції, принципу дії, розмірам, параметрам та інш. Нижче розглянемо основи класифікації машин з урахуванням різних ознак.

По призначенню (технологічній ознаці) машини розподіляють на вантажопідйомні, транспортуючі, ручні, а також для виконання земляних робіт, переробки та сортування кам'яних матеріалів, оздоблюючих робіт, ремонту та утримання доріг. В залежності від конструкції механізмів і обслуговуємої зони вантажопідйомні пристрої розподіляють на прості (домкрати, лебідки, талі) і складні (крани, підйомники). До транспортуючих машин відносяться пристрої рейкового і безрейкового наземного внутрішньозаводського транспорту, тяговим органом (стрічкові, пластинчасті, скребкові та ковшові ланцюгові конвейери, екскалатори, елеватори), а також без нього (гравітаційний, пневматичний і гідравлічний транспорт, роликові, гвинтові та інерційні конвейери). Кожний тип машин має ряд типорозмірів (моделей) близьких по конструкції, але відрізняються окремими параметрами (розміри, потужність, продуктивність).

За режимом роботи (принципом дії) розрізняють машини періодичної (циклічної) дії, що виконують роботу шляхом періодичних багатократних повторень адекватних робочих і неробочих операцій з циклічною видачею продукції (внутрішньозаводський транспорт – візки з ручним приводом, електронавантажувачі, ліфти, механічні лопати, промислові роботи, а також скрепери), а також безперервної дії, що видають або транспортують продукцію безперервним потоком (різноманітні конвейери) екскалатори, елеватори, гравітаційні пристрої у вигляді нахилених і гвинтових

спусків, пневматичний і гідравлічний транспорт). Слід визначити машини і комбінованої дії (крокуючі екскаватори). Машинам циклічної дії характерна універсальність та прилаштованість до різних виробничих умов, а безперервної дії – підвищена продуктивність.

За ступенем рухомості машини розподіляють на переносні, стаціонарні та пересувні (у тому числі в кузові автотранспорту, причепні та напівпричепні до транспортних засобів, а також самохідні).

За типом ходового обладнання розрізняють машини на гусеничному, пневмокомісному, рейковому ході, крокуючі та комбіновані.

За видом силового обладнання підрозділяють на машини, що працюють від електричних двигунів і двигунів внутрішнього згоряння. Перші володіють великою готовністю до роботи при наявності електроенергії, а другі є автономні і не залежать від джерела енергії. Багато, особливо будівельних, машин мають комбінований привід з використанням гідравлічних і пневматичних двигунів.

За кількістю двигунів, встановлених на машині, розрізняють одномоторні (усі механізми приводяться в дію від однієї силової установки) і багатомоторні (для кожного механізму передбачено індивідуальний двигун).

За системами керування транспортні засоби розподіляють на механічні (педалі та рукоятки, що приводять в дію системи важелів), гідравлічні (без насосів та насосів, де частково або повністю використовуються гідроприспособи), пневматичні (з використанням стисненого повітря), електричні (з використанням електрообладнання) і комбіновані (електрогідравлічні, пневмоелектричні).

За ступенем універсальності підрозділяють машини на універсальні багатоцільового призначення, споряджені різними видами швидко знімальних робочих органів, пристосувань та обладнання для виконання великої різноманітності технологічних операцій і спеціалізовані, що мають один вид робочого обладнання та призначені для виконання тільки одного технологічного процесу.

За ступенем автоматизації розрізняють процеси з механізованим і автоматизованим керуванням на базі мікропроцесорної техніки та ПК, промислові роботи, а також роботизовані машини і комплекси.

4 Загальні положення розрахунку вантажопідйомних машин

4.1 Основні параметри підйомно-транспортного обладнання

Вантажопідйомні машини характеризуються наступними основними параметрами: вантажопідйомністю, швидкісними рухами окремих механізмів, режимами роботи, прольотом, висотою підйому вантажозахоплюючого пристрою. Значення наведених параметрів повинні відповідати рекомендаціям стандартів.

Вантажопідйомністю Q називають масу номінального (максимального) робочого вантажу, на підйом якого розрахована машина. Ця величина характеризує інерційні та гравітаційні властивості транспортуємого тіла і не залежить від прискорення вільного падіння в пункті дії машини. Вона вимірюється в одиницях маси (кг, т). *Вага тіла G (H)* – це сила, з якою тіло під дією сили важкості впливає на опору. Якщо опора нерухома відносно землі чи тіло рухається рівномірно та прямолінійно, вага тіла дорівнює силі важкості. Співвідношення між вагою *G* та масою *Q* дорівнює $G = Q \cdot g$ (де *g* - прискорення вільного падіння).

При визначенні вантажопідйомності ураховують масу змінних вантажозахоплюючих пристосувань, допоміжних пристроїв, що підвішуються до них, а для машин, що працюють з грейфером, електромагнітом, бадьєю – також і їх масу. Вантажопідйомність сучасних підйомно-транспортних машин змінюється в дуже широкому діапазоні: від 10...100 кг до 400...800 т і більш, що використовуються для монтажу важкого обладнання (наприклад, монтажні крани на гідроелектростанціях).

Самохідні та баштові крани, крім вантажопідйомності, характеризуються *вантажним моментом*, що є добутком ваги вантажу на виліт стріли. Цей параметр визначає стійкість крана проти перекидання в процесі його роботи.

Вилітом стріли називають відстань по горизонталі від вісі обертання поворотної частини крана до вісі вантажозахоплюючого органу.

Швидкості руху різних механізмів вибирають в залежності від вимог технологічного процесу, в якому приймає участь дана вантажопідйомна машина, характеру роботи, типу машини та її споживної продуктивності. Відповідними стандартами встановлені нормальні ряди швидкостей для різних кранів. Так, швидкість підйому вантажу, що залежить від вантажопідйомності та ряду технологічних факторів, в сучасних кранах складає 25...30 м/хв., переміщення моста крану – 100...120м/хв., а переміщення візків мостових кранів – 35...50 м/хв. Для кранів, що застосовують для масових перевантажувальних робіт, швидкості руху можна значно збільшити. Наприклад, вони складають 90...120 м/хв. Для підйому та спуску вантажу, 240...360 м/хв. Для пересування візків, що рухаються по рейковій колії. Частота обертання кранів не більш 3 хв.⁻¹ в залежності від колової швидкості кінця стріли, що не перевищує 5...6 м/с. При необхідності точної установки вантажу (наприклад, в монтажних кранах) застосовують двошвидкісні приводи, що забезпечують знижувальну посадочну швидкість. Треба також відзначити, що вибір швидкості руху здійснюють з урахуванням відстані шляху пересування. При малої відстані шляху високі швидкості не доцільні, так як механізм може не досягти усталеної швидкості та буде працювати в пусковому й гальмовому режимах.

Відстань по горизонталі між осями рейок кранового шляху є прольотом крану. Зазначений параметр для мостових кранів повинний бути ув'язан з прольотами споруд.

Висота підйому для баштових та стрілових кранів – це відстань від рівня кранового шляху до вантажозахоплюючого органа, що знаходиться у верхньому робочому положенні. Для мостових кранів висотою підйому є відстань від рівня підлоги до верхнього положення вантажозахоплюючого пристрою.

Оскільки вантажопідйомні машини можуть працювати з вантажами нижче рівня шляху, за проведені такі параметри як *глибина опускання та діапазон підйому*. Під глибиною опускання розуміють відстань від рівня кранового шляху до вантажозахоплюючого органа, що знаходиться в нижньому граничному положенні. Діапазон підйому – це відстань по вертикалі між верхнім і нижнім положеннями вантажопідйомного органа.

Вантажопідйомні машини характеризуються роботою при повторно-короточасних увімкненнях, при якій вантажозахоплюючий пристрій і вантаж здійснюють періодичні возвратньо- поступальні рухи, а механізми послідовно змінюють їх напрямки. Так, робота механізму підйому складається із процесів підйому та опускання вантажу, а також вантажозахоплюючого пристрою без вантажу. Відносно роботи механізмів повороту та пересування, то вона складається з рухів в одну та іншу сторону з вантажем і без нього.

Кожний цикл характеризується чергуванням періодів роботи та технологічних пауз. В періоди пауз двигун не вмикається і механізм не працює. Цей час використовується для завантаження та розвантаження вантажозахоплюючого пристрою та підготовки проведення наступного процесу роботи механізму.

Процес руху можна розподілити на період не усталеного руху, на протязі якого виникає розгін (період пуску) або уповільнення (період гальмування) поступово рухаючи і обертаючи мас вантажу та механізму, а також на *період руху із постійною швидкістю* (період усталеного руху).

Повний час циклу роботи механізму вантажопідйомної машини складається з часу пуску $\sum t_n$, часу руху з усталеною швидкістю $\sum t_y$, часу гальмування $\sum t_z$ і часу пауз $\sum t_0$, тобто

$$t_u = \sum t_n + \sum t_y + \sum t_z + \sum t_0 \quad (1.13)$$

Відношення часу роботи механізму t_b на протязі циклу до повного часу циклу t_u характеризує інтенсивність використання механізму та називається *відносною тривалістю увімкнення*:

$$ПВ = \frac{t_b}{t_u} \cdot 100\% \quad (1.14)$$

Для електрообладнання машини ПВ визначають для періоду роботи не більше 10 хв., а механізмів – на протязі однієї години. Крім зазначеного показника, інтенсивність роботи механізму визначається наступними коефіцієнтами:

- *Коефіцієнт використання на протязі доби*

$$K_d = \frac{\text{кількість годин роботи за добу}}{24} \quad (1.15)$$

- Коефіцієнт використання на протязі року

$$K_p = \frac{\text{кількість днів роботи за рік}}{365} \quad (1.16)$$

- Коефіцієнт використання на протязі години

$$K_z = \frac{t_{роб}}{60}, \quad (1.17)$$

де $t_{роб}$ – час роботи механізму на протязі години.

- Коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності

$$K_{ван} = \frac{Q_{сер}}{Q}, \quad (1.18)$$

де $Q_{сер}$ – середнє значення маси піднімаємого вантажу за зміну, т;

Q – номінальна вантажопідйомність, т.

Для механізмів підйому з важкими (більш 20% маси номінального вантажу) підвішеними вантажозахоплюючими пристосуваннями коефіцієнт $K_{ван}$. (1.18) визначають з урахуванням маси Q_m вантажозахоплюючого пристрою:

$$K_{ван} = \frac{Q_{сер} + Q_m}{Q + Q_m} \quad (1.19)$$

4.2 Режими роботи механізмів і вантажопідйомних машин

Режим роботи механізмів регламентує стандарт, згідно якому усі механізми зазначених машин в залежності від умов їх використання розподіляють на шість груп режиму роботи, визначаємих класами використання та навантаження.

Класи використання механізмів вантажопідйомних машин, що характеризують інтенсивність використання механізму в процесі експлуатації, установлені в залежності від загального часу роботи T , тобто часу знаходження даного механізму в справному стані на протязі заданого строку служби n_c (в роках). Загальний час роботи T механізму визначається згідно виразу:

$$T = T_0 \cdot n_{дн} \cdot n_c, \quad (1.20)$$

де T_0 – середньодобовий час роботи;

$n_{дн}$ – кількість робочих днів в році, яку приймаємо 250 при двох вихідних днях, 300 при одному вихідному дні в тиждень і 360 при безперервному виробництві. Нижче наведені класи використання для різного часу роботи механізму.

Клас використання	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Час роботи механізму, год.							
Більше	-	800	1600	3200	6300	12500	25000
до	800	1600	3200	6300	12500	25000	50000

Класи навантаження механізму характеризують відносне навантаження його у відповідності із спектром навантажень, а також від значення коефіцієнта навантаження. Даний коефіцієнт визначають по формулі:

$$K = \sum \left(\frac{F_i}{F_{\max}} \right)^3 \cdot \frac{t_i}{\sum t_i}, \quad (1.21)$$

де F_i – навантаження (зусилля, момент), що діють на механізм на протязі періоду часу t_i за заданий строк служби;

F_{\max} – найбільше навантаження, визначаєме з урахуванням діючих на механізм факторів на протязі робочого циклу;

$\sum t_i = T$ – сумарний час дії навантажень на механізм за заданий строк служби.

Треба відзначити, що значення навантажень F_i , F_{\max} визначають для кінцевого кільця кінематичного ланцюга механізму (барабан, ходове колесо, ведуче зубчасте колесо механізму повороту) з урахуванням усіх факторів, включаючи і динамічні зусилля, що виникають в процесі неусталеного руху. В таблиці 1.1 наведена характеристика класів навантаження механізмів.

Таблиця 1.1 – Кількісна та якісна характеристики класів навантаження механізмів

Клас навантаження	Коефіцієнт навантаження, K	Якісна характеристика класу навантаження
B1	До 0,125	Робота при навантаженнях, значно менших номінальних, і в рідких випадках з номінальним навантаженням
B2	0,125...0,25	Робота при середніх і номінальних навантаженнях
B3	0,25...0,50	Робота переважно при номінальних і близьких до них навантаженнях
B4	0,50...1,00	Постійна робота при номінальних і близьких до номінальних навантаженнях

В залежності від комбінацій класів використання на навантаження установлюють групу режиму роботи механізмів. Для механізмів підйому вантажу та стріли кранів, що транспортують розплавлений метал або шлак, отруйні, вибухові речовини та інші небезпечні вантажі, група режиму роботи повинна бути не менш 5 м. Виключення складають самохідні стрілові крани, для яких група режиму роботи повинна бути не менш 3м. Ця вимога не

розповсюджується на механізм допоміжного підйому, якщо їх не використовують в транспортуванні перерахованих вище вантажів. При здійсненні вибору групи режиму роботи механізму значення часу роботи та коефіцієнта навантаження визначають розрахунком.

До запровадження ГОСТ25835-83 визначення режиму роботи механізмів виконували згідно правилам Держмістехнадзору, якими були установлені наступні режими роботи вантажопідйомних машин, визначаємі сукупністю умов їх експлуатації: з ручним приводом (Р), машинним приводом – легкий (Л), середній (С), важкий (В) і дуже важкий (ДВ) режими роботи. Основним недоліком цієї класифікації по режимам роботи є те, що вона не містить достатньої інформації, необхідної для проектування крану та його елементів, і не зв'язана з дійсною довговічністю вантажопідйомної машини.

Розрахунок на міцність вузлів і деталей машин виконують у відповідності з дійсним режимом їх роботи. В залежності від групи режиму роботи окремого механізму розраховують двигун і гальма, діючі на металоконструкції навантаження, що враховують при розрахунку елементів і викликані роботою механізму, приймають основні нормативні дані, коефіцієнти запасу міцності та гальмування, а також строки служби окремих елементів і вузлів механізму.

Режим роботи крану у цілому регламентуються ГОСТ25546-82, згідно якому усі крани в залежності від області використання розподіляють на вісім груп режимів роботи (1К...8К), визначаємих класами використання та навантаження.

Клас використання (С0...С9) крану, що відображує інтенсивність використання за період експлуатації, характеризується кількістю циклів роботи, яку підйомна машина повинна здійснити за строк служби (табл. 1.2)

Таблиця 1.2 – Класи використання кранів

Клас використання	Загальна кількість циклів роботи крану за строк його служби
1	2
С0	до $1,6 \cdot 10^4$
С1	від $1,6 \cdot 10^4$ до $3,2 \cdot 10^4$
С2	$3,2 \cdot 10^4 \dots 6,3 \cdot 10^4$
С3	$6,3 \cdot 10^4 \dots 1,25 \cdot 10^5$
С4	$1,25 \cdot 10^5 \dots 2,5 \cdot 10^5$
С5	$2,5 \cdot 10^5 \dots 5 \cdot 10^5$
С6	$5 \cdot 10^5 \dots 1 \cdot 10^6$
С7	$1 \cdot 10^6 \dots 2 \cdot 10^6$
С8	$2 \cdot 10^6 \dots 4 \cdot 10^6$
С9	більш $4 \cdot 10^6$

Строк служби крану складає 15...25 років і регламентується стандартами та іншими нормативно-технічними документами на відповідні крани. Цикл

роботи крану включає переміщення вантажозахоплюючого пристрою та повертання його в початкове положення.

Клас навантаження крану визначається розподілом маси переміщуємих вантажів відносно номінальної вантажопідйомності $Q_{ном}$. Крану за строк його служби. Маса спеціалізованого вантажозахоплюючого пристрою (грейфера, підйомного електромагніту та інш.) включається в значення маси переміщуємого вантажу. Зазначений клас характеризується коефіцієнтом навантаження, що відображає вплив навантаження на втомлюваність елементів конструкції:

$$K_p = \sum \frac{N_i}{N_m} \cdot \left(\frac{Q_i}{Q_{ном}} \right)^3, \quad (1.22)$$

де N_i – кількість циклів роботи крану за строк служби з вантажем Q_i ;

$N_m = \sum N_i$ – загальна кількість циклів роботи крану за строк його служби.

Характеристика класів навантаження (Q0...Q4) кранів в залежності від коефіцієнта навантаження K_p наступна:

Клас навантаження	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4
Коефіцієнт навантаження K_p	До 0,063	0,063... 0,125	0,125... 0,25	0,25... 0,50	0,50... 1,00

Групу режиму роботи кранів в залежності від класів використання та навантаження визначають по відповідним таблицям. При транспортуванні вантажів, нагрітих до температури більше 300⁰С, розпаленого металу, шлаку, отруйних і вибухових речовин групу режиму роботи крану приймають не менш 6К. Виключення складають самохідні стрілові крани, для яких група режиму роботи для транспортування зазначених вантажів повинна бути 3К.

Для розрахунку елементів вантажопідйомної машини на втомлюваність сумарний машиний час роботи механізму T (в годинах) за повний строк служби n_p (в роках) визначають згідно виразу:

$$T = 365 \cdot K_p \cdot 24 \cdot K_d \cdot K_z \cdot \frac{ПВ\%}{100} \cdot n_p, \quad (1.23)$$

Продуктивність вантажопідйомності машини (т/год) при виконанні роботи з однаковими по масі вантажами

$$Q_{зод.} = z \cdot Q, \quad (1.24)$$

де Q – маса транспортуємого вантажу, т;

$z = 3600/t_{ц}$ – кількість циклів на протязі години циклу $t_{ц}$, с.

При роботі з вантажами різної маси:

$$Q_{\text{зод}} = z_1 \cdot Q_1 + z_2 \cdot Q_2 + \dots + z_i \cdot Q_i \quad (1.25)$$

При перевантаженні сипкого матеріалу продуктивність машини визначають по формулі:

$$Q_{\text{зод.}} = z \cdot V \cdot \rho \cdot \psi, \quad (1.26)$$

де V – місткість сосуда (грейфера, ковша та інш.), м^3 ;

ρ – насипна (об'ємна) маса вантажу, т/м^3 ;

ψ – коефіцієнт заповнення сосуда, який при бад'ях і ковшах дорівнює одиниці, грейферах – в залежності від виду вантажу та товщини його шару по даним досвіду в межах $0,6 \dots 1,0$.

Для визначення кількості цехових підйомних пристроїв розраховують середню продуктивність за рік, виходячи із середніх значень навантажень, довжини переміщення, швидкостей руху.

4.3 Розрахункові навантаження, що виникають в процесі експлуатації транспортних засобів

При розрахунку механізмів вантажопідйомних машин і їх елементів необхідно урахувати виникаючі в процесі роботи навантаження, можливу збіжність їх дії, визначити найбільш небезпечні комбінації навантажень і по ним проводити розрахунок на міцність і опір втомлюваності. Для вантажопідйомних машин можливі основні комбінації розрахункових навантажень можна поділити на три розрахункових випадку.

Розрахунковий випадок I – нормальне навантаження в робочому стані машини, що включає номінальну вагу вантажу та вантажозахоплюючого пристрою, власну вагу конструкції, навантаження від вітру, а також динамічні навантаження, що виникають в процесі пуску та гальмування при нормальних умовах використання механізму та при нормальному стані кранових шляхів.

У цьому випадку деталі механізмів і металеві конструкції розраховують на опірність втомлюваності відносно границі витривалості, а також на нагрівостійкість, знос, стійкість і довговічність. При розрахунку на опірність втомлюваності навантаження від вітру в робочому стані машини можна не враховувати, з огляду на її відносно невелике значення. При змінній вазі вантажів опірність втомлюваності розраховують по еквівалентному значенню ваги. Розрахунок металоконструкцій на опірність втомлюваності обов'язково проводити для кранів режимів роботи 5К, 6К і більш високих груп. Для кранів групи 4К необхідність проведення розрахунку установлюють на основі даних досвіду експлуатації. В той же час, для кранів групи 1К...3К зазначений розрахунок металоконструкції з позиції втомлюваності не виконується. При розрахунку елементів механізмів крану на опірність втомлюваності виходять із забезпечення надійної роботи усіх елементів, без ремонту та заміни (за виключенням швидкозношуваних змінних деталей механізмів і електрообладнання – гальмових фрикційних накладок, канатів, щіток двигунів) на протязі розрахункового строку служби.

Розрахунковий випадок II – максимальне робоче навантаження, що включає крім навантаження від власної та номінальної ваги вантажу і вантажозахоплюючого пристрою також і *максимальні динамічні навантаження*, що виникають при різних пусках, екстремому гальмуванні, раптовому включенні чи вимиканні струму, руху крану по нерівному шляху, швидкому зміні навантажень на гаку, обривів вантажних стропів і граничного вітрового навантаження в робочому стані машини. Граничні значення динамічного робочого навантаження обмежуються значеннями моменту пробуксування ходових коліс, а також максимальних моментів двигуна чи гальма. Металеві конструкції та деталі механізмів розраховують на міцність із забезпеченням заданого коефіцієнта запасу міцності відносно границі текучості (для сталей) і опору (для чавунів). По цьому розрахунковому випадку здійснюють перевірку *вантажної стійкості* крану.

Розрахунковий випадок III – навантаження в неробочому стані машини, установленій на відкритому повітрі при відсутності вантажу та нерухомих механізмах. При цьому на машину, крім її власної ваги, діє вітрове навантаження, а іноді навантаження, викликані снігом, покриттям льодом чи температурним діями. По зазначеному випадку визначають міцність металевих конструкцій, деталей протиугонних пристроїв крану, гальмових пристроїв візків, механізмів змінення виліту стріли, опорно-ходових пристроїв по зниженим значенням запасу міцності. Також проводять перевірку *власної стійкості* крану. Положення стріли, поворотної частини та вантажного візка приймають при визначенні діючих навантажень найбільш небезпечними, тобто що створюють найбільші навантаження в розраховуваних елементах.

Треба відзначити, що при монтажу та перевезенні кранів, крім зазначених вище, виникають особливі монтажні та транспортні навантаження, які в ряду випадків можуть виявитися значними та суттєво відрізнятися від робочих навантажень. Тому їх необхідно урахувувати при виконанні перевірконого розрахунку, а також складанні проекту монтажу крану та виборі місць розміщення опор і способів кріплення перевозимих елементів вантажопідйомних машин.

Розрахунок деталей на опір втомлюваності, знос і нагрівостійкість (випадок I) здійснюють по еквівалентним навантаженням, тобто по таким навантаженням стаціонарного режиму (з постійною амплітудою), які викликають адекватну ступінь втомлюваного пошкодження деталі на протязі розглядає мого строку служби, як і фактично діюче навантаження нестационарного режиму (із змінною у часі амплітудою).

Еквівалентне навантаження дорівнює:

$$G_{екв} = K_{\delta} \cdot G_{max}, M_{екв} = K_{\delta} \cdot M_{max} \quad (1.23)$$

де G_{max} і M_{max} – максимальні розрахункові зусилля та моменту відповідно, що враховуються в розрахунку на опір втомлюваності (розрахунковий випадок I);

K_{δ} – коефіцієнт довговічності.

У свою чергу, коефіцієнт довговічності дорівнює:

$$K_d = K_G \cdot K_m \cdot K_{mp} \quad (1.24)$$

де K_G – коефіцієнт, що ураховує змінність навантаження у часі:

$$K_G = \sqrt[m]{\sum_i \left(\frac{G_i}{G_{\max}} \right) \cdot \frac{N_i}{N_p}}, \quad (1.25)$$

де m – показник ступені рівняння кривої втомлюваності Велера та при розрахунку деталей механізмів по контактним напруженням приймають $m=3$, а при згині, крученні, розтязі та стиску $m=g$;

G_i і N_i – поточне навантаження та кількість циклів її дії, що приймаються по графіку навантаження за розрахунковий строк служби;

N_p – сумарна кількість циклів навантаження за розрахунковий строк служби;

$K_m = \sqrt[m]{N_p / N_0}$ – коефіцієнт, що ураховує строк служби деталі ($N_p=60Tn_p$ – при розрахунку опору втомлюваності при згині елементів усіх механізмів і по контактним напруженням деталей механізмів підйому;

$N_p = 30Tn_p$ – по контактним напруженням деталей механізму пересування;

$N_p = 60Th$ – при крученні деталей механізму підйому та пересування;

N_p – частота обертання деталі за хвилину та приймається для механізмів підйому $n_p=0,9n_{ном.}$ та пересування $n_p = n_{ном} \sqrt[3]{0,01PB}$;

$n_{ном}$ – частота обертання при усталеному русі;

T – сумарний час роботи механізму за повний строк служби, визначається по виразу (1.23);

h – кількість увімкнень механізму за хвилину машинного часу;

N_0 – база випробувань, визначається по наступним даним:

Деталі при розрахунку на згин або кручення:

Вали	$4 \cdot 10^6$
------	----------------

Зуб`я зубчастих коліс	$4 \cdot 10^6$
-----------------------	----------------

Вал з напресованою деталлю	10^7
----------------------------	--------

Вал при поверхньому зміцненні	$5 \cdot 10^6$
-------------------------------	----------------

Деталі при розрахунку по контактним напруженням:

Зуб`я зубчастих коліс	10^7
-----------------------	--------

$$K_{mp} = \frac{1}{\sqrt[m]{a}} \text{ – коефіцієнт тренування;}$$

a – параметр, що залежить від інтервалу рівней напружень та визначається експериментальним шляхом, при відсутності короткочасних пикових перевантажень, викликаних динамічними факторами, $a=1$ і $K_{mp}=1$; при наявності перевантажень високого значення

$$a = 1,35 + 0,51 \lg \delta_n, \quad \delta_n = \frac{N_n}{N_p} \text{ – коефіцієнт відносної тривалості пикового}$$

навантаження, у якому кількість циклів навантаження дорівнює N_n .

Слід зазначити, що для деталей, які працюють на згин в механізмах шостої групи режиму роботи, коефіцієнт $K_a=1$.

При розрахунку деталей загального призначення необхідно ураховувати особливості їх роботи в вантажопідйомних машинах. Так, при розрахунку валів, з'єднаних зубчастими муфтами, слід ураховувати додатковий згинаючий момент, що виникає від сил тертя між зуб'ями муфти, який рахується діючим в площині, що проходить через осі валів, і дорівнює 0,1 номінального обертового моменту муфти.

При визначенні максимального значення розрахункового зусилля або моменту, що входять у вираз (1.23) як вихідного, по рекомендаціям НДПТмаш можна прийняти приведену з урахуванням передавального числа до конкретної деталі максимальне навантаження (момент). Момент, розвинений двигуном:

$$M_{\max \partial в} = K \cdot M_{\text{ном}}, \quad (1.26)$$

де $M_{\text{ном}}$ – номінальний момент двигуна;

K – розрахунковий коефіцієнт навантаження, приймаємий в залежності від типу механізму, зокрема для механізму підйому $K = 1,1$.

При кількості циклів навантаження $N_u \geq 10^5$ зубчасті передачі вантажопідйомних машин розраховують на опір втомлюваності робочої поверхні зуб'їв та на опір втомлюваності при згині, а при $N_u < 10^5$ – на статичну міцність по максимальному навантаженню, що виникає при пуску та гальмуванні.

У вантажопідйомних машинах широко застосовують нормальні редуктори різного типу, наприклад циліндричні горизонтальні двохступеневі кранові (типу Ц2, Ц2У, РЦД, РМ), трьохступеневі (Ц3У), одноступеневі горизонтальні (РЦ1, ЦУ), конічно-циліндричні – двохступеневі з однією циліндричною ступінню (КЦ1) і трьохступеневі з двома циліндричними ступенями (КЦ2), вертикальні трьохступеневі циліндричні (ВК), глобоїдний редуктор (РГС-160) для ліфтів. Вибір розміру редуктора здійснюється у відповідності з вказівками галузевих нормалей по розрахунковій потужності, яка повинна бути рівною або меншою у порівнянні з потужністю редуктора, вказаної в нормалі при відповідній частоті обертання чи по значенню обертаючого моменту на тихохідному валу. При цьому, при виборі повинно бути ураховано граничне радіальне навантаження на швидко- та тихохідному валах.

Підшипники кочення, що знаходяться під навантаженням без обертання чи працюють при частоті обертання менш 1 хв^{-1} (наприклад, упорний підшипник вантажного гака, підшипники в опорах колон деяких кранів) підбирають по *статичній вантажопідйомності*, наведеній в каталозі на них. Аналогічно підбирають підшипники, які тривалий час сприймають навантаження в умовах статичного діяння, навіть якщо вони деякий час працюють при $n > 1 \text{ хв}^{-1}$.

При частоті обертання більше 1хв^{-1} підшипники розраховують на довговічність по їх *динамічній вантажопідйомності*, наведеній в каталозі, причому підшипники, що працюють при частоті обертання від 1 до 10хв^{-1} , розраховують при $n=10\text{хв}^{-1}$.

Підшипник при змінному режимі навантаження розраховують по умовному постійному еквівалентному навантаженню, що викликає втомлювані пошкодження того ж порядку, як і сума усіх змінних фактичних навантажень. Еквівалентне навантаження визначають з урахуванням фактичного або усереднього графіка роботи механізму в залежності від групи режиму роботи:

$$F_{\text{екв}} = \sqrt[3]{F_1^3 \frac{n_1}{n} \cdot \frac{t_1}{T} + F_2^3 \frac{n_2}{n} \cdot \frac{t_2}{T} + \dots + F_i^3 \frac{n_i}{n} \cdot \frac{t_i}{T}}, \quad (1.27)$$

де F_1, F_2, \dots, F_i – постійні приведені навантаження при різній вазі транспортуемого вантажу, що діють відповідно на протязі t_1, t_2, \dots, t_i годин роботи за строк служби підшипника, год.;

n – найбільш тривало діюча частота обертання при усталеному режимі.

Динамічне приведені навантаження, по якому підбирають підшипник:

$$F = F_{\text{екв}} \cdot K_{\text{без}} \cdot K_{\text{тем}}, \quad (1.28)$$

де $K_{\text{без}}$ – коефіцієнт безпеки, що урахує вплив динамічних зусиль в механізмах на довговічність підшипника кочення;

$K_{\text{тем}}$ – температурний коефіцієнт з урахуванням робочої температури підшипника.

Динамічна вантажопідйомність C залежить від розмірів і конструкції підшипника та відповідає його ресурсу 10^6 циклів. При потрібній довговічності підшипника T на частоті обертання n (хв^{-1}) номінальна довговічність L (млн. циклів) визначається згідно виразу:

$$L = \frac{60nT}{10^6}, \quad (1.29)$$

а потрібна динамічна вантажопідйомність:

$$C = F \sqrt[m]{L}, \quad (1.30)$$

де F – динамічне приведені навантаження;

m – показник ступені кривої втомлюваності Велера, приймається $m=3$ для шарикопідшипників і $m=3,33$ – роликотопідшипників.

Слід зазначити, що підшипники кочення підбирають по каталогу так, щоб вибрана динамічна вантажопідйомність була однаковою чи більше потребуємої величини C .

З'єднувальні муфти слід вибирати по розрахунковому обертовому моменту:

$$M_p = M_{\text{обер}} K_1 K_2 \leq [M], \quad (1.31)$$

де $M_{\text{обер}}$ – найбільший обертовий момент, передаваний муфтою

$[M]$ – найбільший обертовий момент, допускає мий для передачі муфтою, що вибрана згідно стандарту;

K_1 – коефіцієнт, що враховує режим роботи механізму;

K_2 – коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності механізму.

При розрахунку міцності та стійкості вантажопідійомних машин, що працюють на *вітрове навантаження робочого стану крану* (при його дії кран повинен нормально працювати) та на *навантаження неробочого стану крану* (механізми крану не працюють при його дії).

Навантаження робочого стану крану ураховують при розрахунку металоконструкцій, механізмів, гальм, потужності двигуна, власної та вантажної стійкості кранів. За вітрове навантаження у даному випадку приймають граничне вітрове навантаження, при якому забезпечується нормальна експлуатація з вантажем номінальної маси. В той же час, навантаження неробочого стану крану ураховують при розрахунку металоконструкцій, механізмів повороту та пересування, змінення виліту стріли, осей і валів ходових коліс, протиугоних пристроїв і власної стійкості крану. Як вітрове приймають граничне навантаження, з урахуванням якого повинні бути розраховані зазначені елементи в неробочому стані крана.

Вітрове навантаження на кран повинно бути визначено як сума статичної та динамічної складових. Статичну складову, що відповідає усталеній швидкості вітру, ураховують в усіх випадках розрахунку. Динамічну складову, викликану пульсацією швидкості вітру, ураховують тільки при розрахунку на міцність металевих конструкцій і при перевірці стійкості кранів проти перекидання. Для баштових кранів динамічну складову визначають згідно стандарту, а в інших випадках – по нормам проектування вантажопідійомних машин.

Статична складова вітрового навантаження, що діє на елемент конструкції чи вантаж:

$$F = p \cdot A, \quad (1.32)$$

де p – розподільне вітрове навантаження на одиницю розрахункової площі елемента конструкції чи вантажу в даній зоні;

A – розрахункова площа елемента конструкції в залежності від конфігурації та положення елемента, м^2 , розрахункову площу вантажу визначають по фактичним даним або по рекомендаціям, оснований на статичних даних.

Розподільне вітрове навантаження в даній зоні висоти визначають за формулою:

$$p = qkscn, \quad (1.33)$$

де $q = \rho V^2 / 2$ – динамічний тиск вітру на висоті не більше 10м над поверхнею землі, для робочого стану крану приймають незалежно від району установлення, а з урахуванням його призначення;

ρ – густина повітря і дорівнює $1,225 \text{ кг/м}^3$;

V – швидкість вітру, спрямована паралельно поверхні землі, м/с ;

k – коефіцієнт, що ураховує змінення динамічного тиску в залежності від висоти розміщення елемента над поверхнею землі;

s – коефіцієнт аеродинамічної сили, значення якого приймається в залежності від конструктивних особливостей елементів, коефіцієнта

заповнення ферм і ступені їх перекриття іншими елементами, їх розмірів, напрямку швидкості вітру;

n – коефіцієнт перевантаження, приймається при визначенні вітрового навантаження робочого стану крану рівним одиниці, а при розрахунку конструкції крану по методу граничних станів $n = 1,1$ і по методу допускаємих напружень $n=1,0$, якщо в нормах на проектування не наведені інші його значення.

Вітрове навантаження на вантаж слід приймати не менш 500Н, при цьому при його визначенні коефіцієнт аеродинамічної сили s дорівнює одиниці, а коефіцієнт k приймають по максимальній висоті підйому вантажу. Якщо граничне вітрове навантаження робочого стану, що діє на вантаж або елемент крану, обмежено умовами безпеки проведення робіт або технологією виконання перевантажувальних чи монтажних операцій, то допускається приймати значення динамічного тиску q у відповіді з технічними завданнями на проектування, але не менш 50Па. При відсутності додаткових вимог, передбачених технічним завданням на розробку, вітрове навантаження, яке ураховується при значенні потужності та привідних двигунів кранових механізмів, не повинно перевищувати 70% статичної складової зазначеного навантаження на кран або на відповідний елемент чи вантаж.

4.4 Розрахунки на міцність елементів механізмів

Для розрахунку вантажопідйомних машин на міцність використовують два метода – по допускаємих напруженням і граничному стану. Найбільше розповсюдження при розрахунку елементів механізмів знаходить диференційний метод визначення допускаємих напружень, заснований на установлюванні коефіцієнту запасу міцності розраховуємої деталі в залежності від ступені її відповідальності та режиму роботи механізму в конкретних умовах використання. При виборі значень коефіцієнтів, що входять в сумарний коефіцієнт запасу міцності, ураховують необхідність забезпечення безпеки людей, збереження вантажу та обладнання, а також цілісності машин. Частини машин, пошкодження яких пов'язані з падінням вантажу, перекиданням крану та іншими факторами, розраховують з підвищеним значенням коефіцієнту запасу міцності. Крім того, при його визначенні ураховують специфіку роботи механізму вантажопідйомних машин в умовах повторно-короткочасового режиму з великою кількістю циклів за годину. Змінення навантаження та частота його прикладання набувають особливого значення при розрахунках на опір втомленості. При розрахунку елементів на міцність необхідно також ураховувати вплив ударних навантажень, що появляються при різких пусках і зупинках, відривах вантажу від поверхні без попереднього натягу канату.

Розрахунок елементів машин на міцність здійснюють по основному рівнянню міцності:

$$\sigma \leq [\sigma] = \sigma_{sp} / n, \quad (1.34)$$

де σ – розрахункове діюче навантаження, визначається з урахуванням динамічних навантажень, але без обліку концентрації напружень;

$[\sigma]$ – допустиме напруження;

σ_{gr} – граничне напруження матеріалу при даному напруженому стані;

n – коефіцієнт запасу міцності.

Для елементів із пластичних матеріалів за граничне напруження приймають *границю текучості*, визначається з урахуванням розмірів деталі, термообробки та характеру навантаження, а крихких матеріалів – *границю міцності*, визначається з урахуванням характеру навантаження.

Розрахунок елементів машин на опір втомленості здійснюють згідно умови:

$$\sigma \leq [\sigma_{RK}] = \sigma_{RK} / n_I, \quad (1.35)$$

де σ_{RK} – тривала границя витривалості, визначається з урахуванням коефіцієнту асиметрії R та ефективного коефіцієнту концентрації напружень K розмірів деталі та її термообробки;

$[\sigma_{RK}]$ – допустиме напруження;

n_I – коефіцієнт запасу опору втомленості.

При кількості циклів перенапружень $\sum z_i$ (напружень $\sigma > \sigma_{RK}$), яку випробує деталь за розрахунковий строк служби, меншої чи рівної бази випробувань, що відповідає σ_{RK} , розрахунок виконують на обмежений опір втомленості по обмеженій границі витривалості:

$$\sigma_{RK_0} = \sigma_{RK} \sqrt[m]{N_0 / \sum z_i}, \quad (1.36)$$

де m – показник ступені кривої витривалості. При розрахунку на згин деталей, виготовлених із поліпшених і нормалізованих сталей $m=6$, із загартованих сталей – $m=9$, при розрахунку на контактну міцність – $m=3$.

У загальному випадку коефіцієнт запасу міцності може бути зображено у вигляді:

$$n = 1 + a_1 + a_2 + a_3, \quad (1.37)$$

де a_1 – параметр, що ураховує вплив відмови розглядаємого механізму (елементу) на роботу машини, безпеку крановика та людей, що знаходяться в зоні роботи;

a_2 – параметр, що ураховує можливу неоднорідність матеріалу, тобто вплив дефектів матеріалу та відхилення дійсних розмірів елементу від номінальних. Для миттєвих деталей зазначений параметр має більше значення у порівнянні з деталями, виготовленими з прокату чи поковки;

a_3 – параметр, що ураховує похибку розрахунку.

У зв'язку з досконалістю технологічних процесів виробництва сталі та використанням матеріалів з більш високими механічними характеристиками, уточнення значень розрахункових навантажень і розвитком методів розрахунку конструкції уявляється можливим знизити значення коефіцієнтів

запасу міцності. Уточнені розрахунки елементів і експериментальні дослідження свідчать, що у ряді випадків в окремих зонах конструкції виникають напруження, що перевищують границю текучості, разом з цим конструкція продовжує нормально працювати. Виконаний аналіз методу розрахунку по допустимим напруженням показав, що найбільші напруження, які виникають в окремих волокнах перерізу елементів конструкції, не характеризують в повній мірі її несучу здібність і не визначають дійсне найбільше навантаження, яке може витримати вона без руйнування. Тому все ширше впроваджується більш досконалий метод розрахунку по граничним навантаженням.

При розрахунку по методу допустимих напружень коефіцієнтом запасу ураховуються випадкові відхилення від прийманий припущень і його значення вибирають таким, щоб забезпечувалася нормальна робота конструкції. Разом з цим по зазначеному коефіцієнту важко оцінити становище конструкції при одночасній дії кількох навантажень, так як не ураховується специфіка діяння кожного з них. Для цього необхідно виразити вимоги до роботи конструкції, що забезпечують надійність, і установити такі становища конструкції, коли вона перестає задовольняти цим вимогам. Ці стани конструкції називають граничними, а метод заснований на аналізі цих становищ – *методом розрахунку конструкцій по граничним становищам*.

При досягненні граничного становища конструкція виявляється на границі можливості подальшої експлуатації, при якій вона ще може продовжувати виконувати задані функції. При перевищенні граничного становища конструкція становиться непридатною до подальшої експлуатації. Даний метод найбільш широко застосовують при розрахунку будівельних конструкцій. Використання цього методу дозволяє відмовитися від недостатньо обґрунтованого коефіцієнту запасу міцності та відкриває широкі можливості установлювати необхідні розміри та форми перерізу металоконструкції, виходячи із конкретних умов її експлуатації.

Руйнування елементу може відбутися в результаті однократного та багатократного прикладання навантаження. При порівняльно малої кількості навантажень достатня перевірка міцності та стійкості елементу при дії однократного найбільшого навантаження, можливого на протязі заданого строку служби. Стан, при якому однократне прикладання навантаження приводить до руйнування внаслідок втрати міцності та стійкості, є *першим граничним станом*. Для металоконструкцій крана такий стан може, наприклад, наступити при дії ураганного вітру. За початок руйнування при розрахунку по першому граничному стану приймають перевищення границі текучості в якому-небудь одному волокні перерізу.

Метою розрахунку по першому граничному стану є забезпечення несучої здібності конструкції в можливих несприятливих умовах роботи кранів, при їх транспортуванні та монтажу, а також обмеження надмірних пластичних деформацій. Якщо кількість навантажень достатньо велика, то необхідна перевірка на опір втомленості (розрахунковий випадок І). Треба відзначити, що

стан, при якому виникає руйнування елементів кранів внаслідок втомленої втрати міцності, також вважається за перший граничний стан.

Для багатьох конструкцій зазначена вище перевірка може виявитися недостатньою. Іноді внаслідок наявності великих деформацій, але при збереженні міцності та стійкості втрачає працездатність, так як виникнені деформації чи коливання перешкоджають її нормальній експлуатації. Цей стан є *другим граничним станом*. Досягнення його не виключає подальшу експлуатацію і є фактором, що обмежує використання металоконструкції крана в умовах нормальної експлуатації. Метою розрахунку по другому граничному стану є обмеження деформацій або пересувань із умов забезпечення необхідної точності роботи, усунення несприятливих фізіологічних діянь на обслуговуючий персонал, забезпечення виконання робочих рухів в процесі експлуатації. При перевірці по другому граничному стану визначають розрахунковий прогин і порівнюють його з допустимим.

5 Основні техніко-експлуатаційні показники та економічна ефективність машин

При виборі певного виду за основу приймають їх техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники, при порівнянні яких знаходять оптимальні типорозміри та кількість машин для виконання потрібних технологічних операцій.

Основним техніко-експлуатаційним показником машин є їх продуктивність. Вона визначається кількістю продукції, вираженої в певних одиницях (т, м³, м², м довжини), яку машина виробляє (переробляє) чи переміщує за одиницю часу – годину, зміну, місяць або рік. Розрізняють три категорії продуктивності машин: конструктивну, технічну та експлуатаційну.

Конструктивна продуктивність Π_K – максимально можлива продуктивність машини, отримана за 1 годину безперервної при розрахункових умовах роботи, швидкостях робочих рухів, навантажень на робочий орган з урахуванням конструктивних властивостей машини та високої кваліфікації машиніста.

Для машин періодичної дії:

$$\Pi_K = q \cdot n \text{ або } \Pi_K = q \cdot n \cdot \rho, \quad (1.38)$$

де q – розрахункова кількість матеріалу, виробляемого машиною за один цикл роботи, м³ чи т;

n – розрахункова кількість циклів роботи машини за годину, $n=3600/T_{\text{ц}}$;

T – розрахункова тривалість циклу, с;

ρ – густина матеріалу, т/м³.

Для машин безперервної дії при пересуванні насипних матеріалів суцільним потоком:

$$\Pi_K = 3600A \cdot v \text{ або } \Pi_K = 3600A \cdot v \cdot \rho, \quad (1.39)$$

де A – розрахункова площа поперечного перерізу потоку матеріалу, незмінна на всьому шляху переміщення, м²;

v – розрахункова швидкість руху потоку, м/с.

При переміщенні штучних вантажів і матеріалів окремими порціями:

$$\Pi_K = 3600mv/l \text{ або } \Pi_K = 3600q_n v \cdot \rho/l, \quad (1.40)$$

де m – маса вантажу, т;

q_n – кількість (обсяг) матеріалу в одній порції, м³;

l – середня відстань між центрами вантажів (порцій).

При розрахунку конструктивної продуктивності не ураховуються умови виконання робіт (простої) в роботі машини (технологічні, організаційні, випадкові, по метеорологічним умовам. Конструктивну продуктивність використовують в основному для попереднього порівняння варіантів проектуємих машин, призначених для виконання одного і того ж технологічного процесу. Ця продуктивність є вихідною для розрахунку зазначеного показника в реальних умовах експлуатації.

Технічна продуктивність Π_m – максимально можлива продуктивність машини, яка може бути досягнута в конкретних виробничих умовах даним типом машини з урахуванням конструктивних властивостей і технічного стану машини, високої кваліфікації машиніста та найбільш досконалої організації технологічного процесу за 1 годину безперервної роботи:

$$\Pi_m = \Pi_K \cdot K_y, \quad (1.41)$$

де K_y – коефіцієнт, що ураховує конкретні умови роботи машини.

Експлуатаційна продуктивність визначається реальними умовами використання машини з урахуванням неминучих перерв в її роботі, кваліфікації машиніста та може бути годиною, зміною, місячною чи річною.

Година експлуатаційна продуктивність:

$$\Pi_{г.зод.} = \Pi_m K_{г.зм} \cdot K_m, \quad (1.42)$$

де $K_{г.зм}$ – коефіцієнт використання машини у часі на протязі зміни, що ураховує перерви на технічне обслуговування та ремонт машини, зміну робочого обладнання, пересування машини по об'єкту, втрати часу по метеорологічним умовам, відпочинок машиніста та інш.:

$$K_{г.зм} = (T_{зм} - \sum t_n) / T_{зм}, \quad (1.43)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

$\sum t_n$ – сумарний час перерв в роботі машини за зміну, год.;

$K_m=0,85...0,95$ – коефіцієнт, що ураховує кваліфікацію машиніста та якість керування.

Зміна експлуатаційна продуктивність:

$$\Pi_{е.зм.} = T_{зм} \cdot \Pi_{г.зод.}, \quad (1.44)$$

де $T_{зм}$ – кількість годин за зміну.

При розрахунку місячної та річної продуктивності ураховують простої в роботі машини за відповідний період часу. Річна експлуатаційна продуктивність дорівнює:

$$P_{e.p.} = 365 P_{e.з.м.} K_{rp} K_{зм}, \quad (1.45)$$

де K_{rp} – коефіцієнт використання машини у часі на протязі року:

$$K_{r.p.} = T_{p.ч.} / 365 = (365 - t_B - t_{рем} - t_{пр}) / 365, \quad (1.46)$$

де $T_{p.ч.}$ – кількість днів роботи машини за рік;

t_B – кількість вихідних і святкових днів;

$t_{рем}$ – кількість днів, потрібна для виконання поточного, середнього та капітального ремонтів;

$t_{пр}$ – тривалість простоїв організаційних і по метеорологічним причинам;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності.

Експлуатаційна продуктивність є головним параметром для підбору комплексу машин для комплексної механізації технологічно зв'язаних трудомістких процесів. В комплект входять відповідно основна (ведуча) та допоміжні машини, взаємно ув'язані по продуктивності, основним конструктивним параметрам і забезпечуючи заданий темп виробництва. При цьому, експлуатаційна продуктивність основної машини $P_{e.o.}$ повинна бути рівною чи декілько меншою (на 10...15%) продуктивності допоміжних машин $P_{e.д.}$

Середньорічна потреба M в машинах для виконання заданного обсягу певного виду робіт:

$$M = Q_{заг} U / (100 P_{e.p.}), \quad (1.47)$$

де $Q_{заг}$ – загальний обсяг відповідного виду робіт (в фізичних вимірюваннях), що підлягають виконанню на протязі року;

U – частка обсягу робіт, виконуємо даним видом машин, в загальному обсягу відповідного вида робіт.

Економічна ефективність від використання нової машини визначається як різниця приведених витрат на виробку одиниці продукції по порівнювальному еталону та прийнятому варіанту. У загальному вигляді приведені витрати будуть:

$$З_{п} = C_{p.ч.} + E_H K, \quad (1.48)$$

де $C_{p.ч.}$ – розрахункова собівартість різного обсягу продукції машини, грн..;

K – одночасні капітальні вкладення на створення машини, грн..;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, устанавлюваємий відповідними методиками.

Ефективність нової машини оцінюється також по строку її окуплюваності:

$$T_0 = K / E_p, \quad (1.49)$$

де E_p – річна економія від впровадження нової машини.

Основними техніко-економічними показниками, що дозволяють порівняти якість різних машин одного призначення, є питомі метало- та енергомісткість, вартість одиниці продукції та виробка на одного робітника.

Питомі метало- та енергомісткість машини уявляють собою відповідно відношення маси машини та потужності установлених двигунів (двигуна) до одиниці годинної технічної продуктивності чи до її головного параметру (місткості робочого органу, вантажопідйомності, вантажному моменту).

Вартість одиниці продукції визначається як відношення вартості машинозміни до змінної експлуатаційної продуктивності машини. Виробка продукції на одного робітника:

$$B_{уд} = \Pi_{e.зм.} / n_p, \quad (1.50)$$

де n_p – кількість робітників, що обслуговують машину.

Ступінь механізації робіт оцінюється рівнем комплексної механізації, механо- та енергоозброєністю певного виду робіт.

Індивідуальні семестрові завдання для самостійної роботи студентів містять розгляд наступних питань:

1. Роль вантажопідйомних машин у створенні матеріально-технічної бази.
2. Основні конструктивні тенденції в підйомно-транспортному машинобудуванні.
3. Виконуючі функції роботи складальних одиниць вантажопідйомної машини.
4. Способи оцінки міцності деталей підйомного обладнання.
5. Показники якості (призначення, надійність) транспортних засобів.
6. Класифікація відмов.
7. Групи елементів із урахуванням їх граничних станів, а також оцінка ремонтпридатності машини.
8. Характеристика насичуваності вантажопідйомних машин.
9. Розподіл ергономічних вимог до складальних одиниць та машини у цілому.
10. Характеристика екологічних, естетичних та економічних вимог.
11. Вимоги щодо безпеки та технологічності транспортних засобів.
12. Класифікація машин з урахуванням різних ознак.

Рекомендована література

1. Піпа Б.Ф., Хом'як О.М., Чабан В.В. Підйомно-транспортні пристрої. – Навчальний посібник. – Київ: КНУТД, 2006. – 143 с.
2. Григоров О.В., Петренко О.В. Вантажопідйомні машини. – Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 299 с.

3. Баладінський В.Л., Гаркавенко О.М., Вольтерс О.Ю. та інш. Пристрої та механізми вантажопідйомних машин. Навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2005. – 131 с.
4. Ракша С.В. Довідник до розрахунків механізмів вантажопідйомних кранів. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2005. – 130 с.

РОЗДІЛ 2 ЛІФТОВЕ ГОСПОДАРСТВО

На ліфтах, що експлуатуються в даний час використовуються нерегульовані (електропривод масових ліфтів зі швидкістю до 1,4 м/с) і регульовані електроприводи (електропривод швидкісних ліфтів зі швидкістю 1,6-4,0 м/с у висотних будівлях) з поверховістю від 20 до 40 зупинок.

Ліфтове обладнання постійно вдосконалюється по мірі розвитку елементарної бази електротехніки, електроніки і приладобудування.

При розробці як нерегульованих, так і регульованих електроприводів ліфтів основна увага приділяється: надійності і безпеки, комплектності поставки та заводської готовності електроустаткування; забезпечення вбудованої в систему управління діагностики відмов; забезпечення сервісними засобами наладки, як на заводах-виробниках, так і в умовах експлуатації; питанням енергозбереження; використання сучасної елементарної бази, техніко-економічними показниками; уніфікації НКУ і т.д.

Протягом ряду років розробляються електроприводи ліфтів як на змінному струмі (масові ліфти), так і на постійному струмі (швидкісні ліфти та ліфти для висотних будівель).

Поява нової елементарної бази забезпечило можливість створення моделей електроприводів та електрообладнання ліфтів, придатних як для нових, так і для модернізації раніше розроблених установок.

З 1994 р. на зміну пристроїв керування з жорсткою логікою на ліфтовому ринку з'являються системи, пристосування, яких до об'єктів виконується методом зміни програми, – мікропроцесорними шафи керування ліфтом (ШУЛК).

Застосування мікропроцесорних пристроїв дало додаткові можливості реалізації сучасних алгоритмів управління і, як наслідок, дозволило підвищити надійність, знизити вартість ПКУ, забезпечити значні можливості по інформативності, діагностиці відмов та принципово по-новому будувати системи управління ліфтом.

ШУЛК є універсальним і придатним для використання в ліфтах житлових, адміністративних і лікувально-профілактичних будівель як в нерегульованому (зі швидкістю руху 1,4 м/с), так і регульованому варіанті (зі швидкістю руху 2,0 м/с) з числом зупинок в двох виконаннях – до 7 (з контролером ПКЛ-17) і 32 (з контролером ПКЛ-32).

Застосування ШУЛК забезпечує:

- можливість модифікації алгоритму роботи ліфта додатковим вимогам замовника (доопрацювання програмного забезпечення під конкретне замовлення, встановлення тих чи інших часових параметрів тощо);
- можливість сполучення контролера ПКЛ з регулятором різних типовиконань;
- значне скорочення часу пошуку несправностей в системі управління ліфта за рахунок можливості наповнення на платі котроллера інформації про відмови (100) системи протягом тривалого часу із зазначенням коду несправності, часу і дати як на внутрішньому дисплеї, так і для передачі інформації в диспетчерську;
- забезпечує роботу ліфтів в одиночному та груповому режимах (по послідовному каналу) в кількості до 6 ліфтом у групі без використання яких-небудь додаткових пристроїв і незалежно від розташування ліфта (за однієї або обома сторонами холу).

Крім того, перемикач, встановлений на платі контролера, що забезпечує додаткові сервісні функції: спуск в підвальні поверхи, автоматичний розподіл поверхів, рухомий і нерухомий підлогу, прохідна або непрохідна кабіна, різна швидкість руху.

Для зручності налагодження і тестування поставляються компактний налагоджувальний блок, який крім відображення поточного стану всіх датчиків і індикаторів по шахті, що входять у матрицю, а також можливості примусової імітації їх робочого стану дозволяє організувати повний цикл роботи ліфта або перевірити відпрацювання викликів ліфтів, не відходячи від одного з шаф в машинному приміщенні.

Ці переваги забезпечили масове застосування системи керування електроприводу на базі ШУЛК в ліфтах різних заводів.

В даному дипломному проекті для управління двошвидкісним асинхронним двигуном використовується тиристорний регулятор напруги (ТРН), який останнім часом називається ТПН, тобто тиристорний перетворювач напруги. Тиристири даного перетворювача використовуються не тільки для комутації статорних ланцюгів двигуна, але і для регулювання підводиться до нього напруги. Для забезпечення режиму динамічного гальмування в електроприводі використовується керований випрямляч постійного струму, постійне регульоване напруга якого подається на дві фази однією з статорних обмоток асинхронного двигуна.

Достоїнствами системи тиристорного електропривода змінного струму є: висока швидкодія, надійність, точність зупинки, малогабаритний пристрій, мала потужність управління, широкий діапазон регулювання швидкості і т.д. Однак, в існуючих електроприводах ліфтів, як правило, використовується система підпорядкованого регулювання у вигляді жорсткої двухмасової (одномасової) системи.

1 Призначення і класифікація ліфтових установок

При транспортуванні вантажів або людей з одного рівня на інший широко застосовуються підйомники переривчастого дії: пасажирські і вантажні ліфти, шахтні підйомні машини, канатні дороги маятникового типу і т.п. Кожній групі підйомників притаманні свої конструктивні особливості. Однак для всіх підйомників переривчастого дії спільним є наявність напрямних, у яких без розгойдування переміщається грузонесущие пристосування.

Найбільш поширені механізми вертикального транспорту – пасажирські ліфти. Схема електроприводу ліфта та схема управління ним в значній мірі визначаються швидкістю руху кабіни. За величиною робочої швидкості руху кабіни пасажирські ліфти можна розділити на три групи: тихохідні з робочою швидкістю руху кабіни до 0,5 м/с; швидкохідні - до 1,5 м/с і швидкісні – понад 1,5 м/с. Максимальне значення робочої швидкості обмежується умовами комфортного переміщення людей (відсутність запаморочення, нудоти) і складає 4 м/с.

В залежності від величини робочої швидкості руху кабіни обмежуються і граничні прискорення. Для тихохідних та швидкісних ліфтів величина граничного (комфортного) прискорення і уповільнення, що визначає динамічні навантаження на організм людини,

становить 1,5 м/с², а для швидкісних ліфтів – 2,5 м/с².

По вантажопідйомності пасажирські ліфти можуть бути виконані на 250-1500 кг, що відповідає кількості пасажирів, від 3 до 21 людини.

2 Системи електроприводу пасажирських ліфтів

Загальним найважливішою вимогою, що пред'являються до електроприводу пасажирських ліфтів, є вимога забезпечення заданої точності зупинки кабіни. За технічним нормам електропривод пасажирських ліфтів повинен забезпечити зупинку кабіни з відхиленням рівнів підлоги кабіни і поверху, не перевищує $\pm 35 \div 50$ мм.

Низька робоча швидкість тихохідних ліфтів (до 0,5 м/с) дозволяє забезпечити необхідну точність зупинки найпростішим способом: відключенням двигуна від мережі і накладенням механічного гальма. Ці установки експлуатуються в умовах малої висоти підйому і невеликої інтенсивності роботи. Перехідні процеси пуску і гальмування складають за часом незначну частину циклу. Внаслідок цього зміну прискорення в залежності від моменту статичного навантаження практично не позначається на продуктивності таких механізмів. Зазначені особливості допускають застосування простого і надійного виду приводу з асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором.

Для швидкохідних ліфтів (швидкість руху кабіни до 1,5 м/с) точність зупинки вже не забезпечується простим відключенням двигуна від мережі і накладенням гальма. Для таких ліфтів потрібно регульований електропривод, що дозволяє отримати знижену швидкість перед зупинкою. У той же час зміна

завантаження ліфта не чинить значного впливу на його продуктивність і регулювання моменту привода в процесах пуску і гальмування не потрібно. Тому в електроприводі сучасних швидкохідних пасажирських ліфтів набули поширення системи, в яких використовуються спеціалізовані ліфтові двошвидкісні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, володіють підвищеним ковзанням і підвищеною кратністю пускового моменту ($M_{п}/M_{ном} = 2,2 \div 2,8$).

Зазначені двигуни мають на статорі дві незалежні обмотки з співвідношенням числа пар полюсів 1:3 або 1:4. Робоча швидкість руху кабіни ліфта забезпечується обмоткою більшої швидкості з малим числом пар полюсів. При підході кабіни до поверху зупинки ця обмотка відключається від мережі і обмотка підключається малій швидкості з великим числом пар полюсів. Двигун переходить на знижену швидкість ($0,2 \div 0,5$ м/с) дотягування до рівня точної зупинки, при досягненні якого по сигналу датчика точної зупинки обмотка малій швидкості відключається від мережі і накладається механічний гальмо.

Найбільш жорсткі вимоги щодо підтримання сталості прискорення і необхідного діапазону регулювання швидкості пред'являється до електроприводу швидкісних ліфтів з робочою швидкістю понад 1,5 м/с. Необхідний діапазон регулювання швидкості за умовою точної зупинки тут зазвичай більше 10 і забезпечити задану продуктивність ліфта можна лише застосуванням замкнутою системою електропривода, побудованої по системі П-Д з різними зворотними зв'язками.

3 Конструкція основних вузлів ліфта

Ліфт пасажирський (рис. 1) складається з наступних основних вузлів: лебідки, кабіни, противаги, обмежувача швидкості, дверей шахти, обладнання прямка і встановлення напрямних. Модифікації ліфтів розрізняються між собою габаритними розмірами (наприклад, розмірами шахти при розташуванні противаги ззаду або збоку кабіни), зміною компонування (розміщенням обладнання в шахті, прямку і машинному приміщенні), конструкції окремих вузлів (установкою направляючих, розведенням проводів і т. д.).

Транспортуванням пасажирів та вантажів здійснюється в кабіні 4, яка переміщується по вертикальних напрямних 8, встановленим у шахті 3 на всю її висоту.

Кабіна 4 і противагу 12 пересуваються з допомогою лебідки 2, встановленої в машинному приміщенні 1. У нижній частині шахти (прямку) розташоване натяжний пристрій 13 і пружинні буфери 14 кабіни і противаги. За допомогою каната 11 натяжний пристрій 13 пов'язано з обмежувачем швидкості 5.

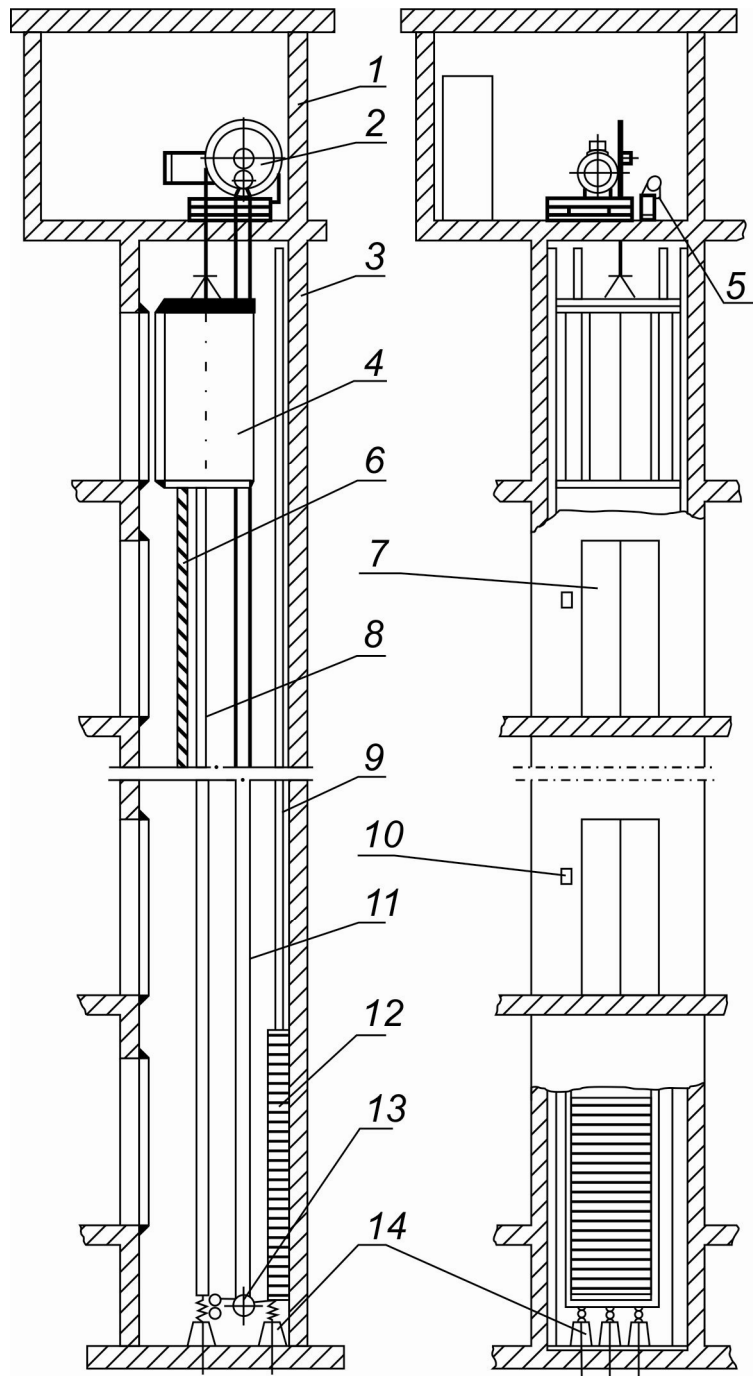


Рисунок 1 – Загальний вид ліфта

*1 – машинне приміщення; 2 – лебідка; 3 – шахта; 4 – кабіна;
5 – обмежувач швидкості; 6 – підвісний кабель; 7 – двері шахти; 8 – напрямні
кабіни; 9 – напрямні протизаваги; 10 – викличної апарат; 11 – канат
обмежувача швидкості; 12 – протизавага; 13 – натяжний пристрій;
14 – буфери кабіни і протизаваги*

Для входу в кабіну і виходу з неї шахта по висоті має ряд дверей 7, кількість яких відповідає кількості зупинок ліфта.

Встановлена на кабіні електроапаратура з'єднана зі станцією управління підвісним кабелем 6.

Кабіна на потрібну зупинку викликається вызивним апаратом 10, встановленими зовні шахти біля дверей.

Лебідка (рис. 2) складається з двошвидкісного асинхронного електродвигуна 1 з короткозамкненим ротором, гальма 2, черв'ячного глобоїдного редуктора 4, втулично-пальцевої муфти 12, рами 11, підрамника 10, опор-домкратів 8 і амортизаторів 9.

На швидкохідному валу редуктора встановлений маховик 6, службовець одночасно штурвалом для обертання черв'ячного вала при переміщенні кабіни вручну.

На тихохідному валу редуктора встановлений канатоведучий шків 5 з клиновими струмками, у які покладені канати. У конструкції редуктора передбачені: різьбові отвори в кришці і склянці вузла черв'яка для демонтажу їх болтами – домкратами, маслоуказатель з отвором - віддушиною, два отвори, закриті різьбовими пробками 7 і службовців для випуску олії, аварійне отвір для витікання масла, щоб уникнути попадання його на поверхню гальмівний напівмуфти.

Підйом лебідки при заміні амортизаторів здійснюється опорами - домкратами 8.

Гальма (рис. 3) колодкові, автоматично діючі, замкнутого типу, що складаються з важелів 3 і 6, якоря електромагніту 5, пружин 4, накладок 9, колодок 8, регулювальних гвинтів 2 з контргайками 1 і важелів 10.

Кабіна з допомогою балансирної підвіски (рис. 4) підвішені на сталевих канатах, до інших кінцях яких підвішений противагу (рис. 5). Підвіска має спеціальний пристрій, що запобігає пуск кабіни або зупиняє її у випадках, коли один, два або всі канати неприпустимо ослабли або обірвалися.

Двері кабіни (рис. 6) з розсувними стулками 4 гарантує безпеку користування кабіною при її русі. Положення ступок (розсунуті або закриті) контролюється електричним блокувальним вимикачем 9.

Привід для відкривання дверей (рис. 7) складається з черв'ячного редуктора 13 (на його тихохідному валу насаджено водило 14) і електродвигуна 18, основу якого рухомим з'єднанням прикріплений до корпусу редуктора. Привід на гумових амортизаторах 5 встановлений на верхній балці кабіни.

При включенні електродвигуна, обертання його ротора через клиноремennу передачу передається черв'ячному валу редуктора і через черв'ячне зачеплення – на тихохідний вал. Плече водила, має ролик 8, при русі описує півколо і, впираючись роликом в основу відводки 2, закріпленої нерухомо на каретці двері кабіни, змушує рухатися по лінійці каретку спільно зі стулкою. Це рух через канат (рис. 6) передається також на другу стулку, яка рухається в протилежному напрямку. Двері кабіни і шахти відкривається одночасно.

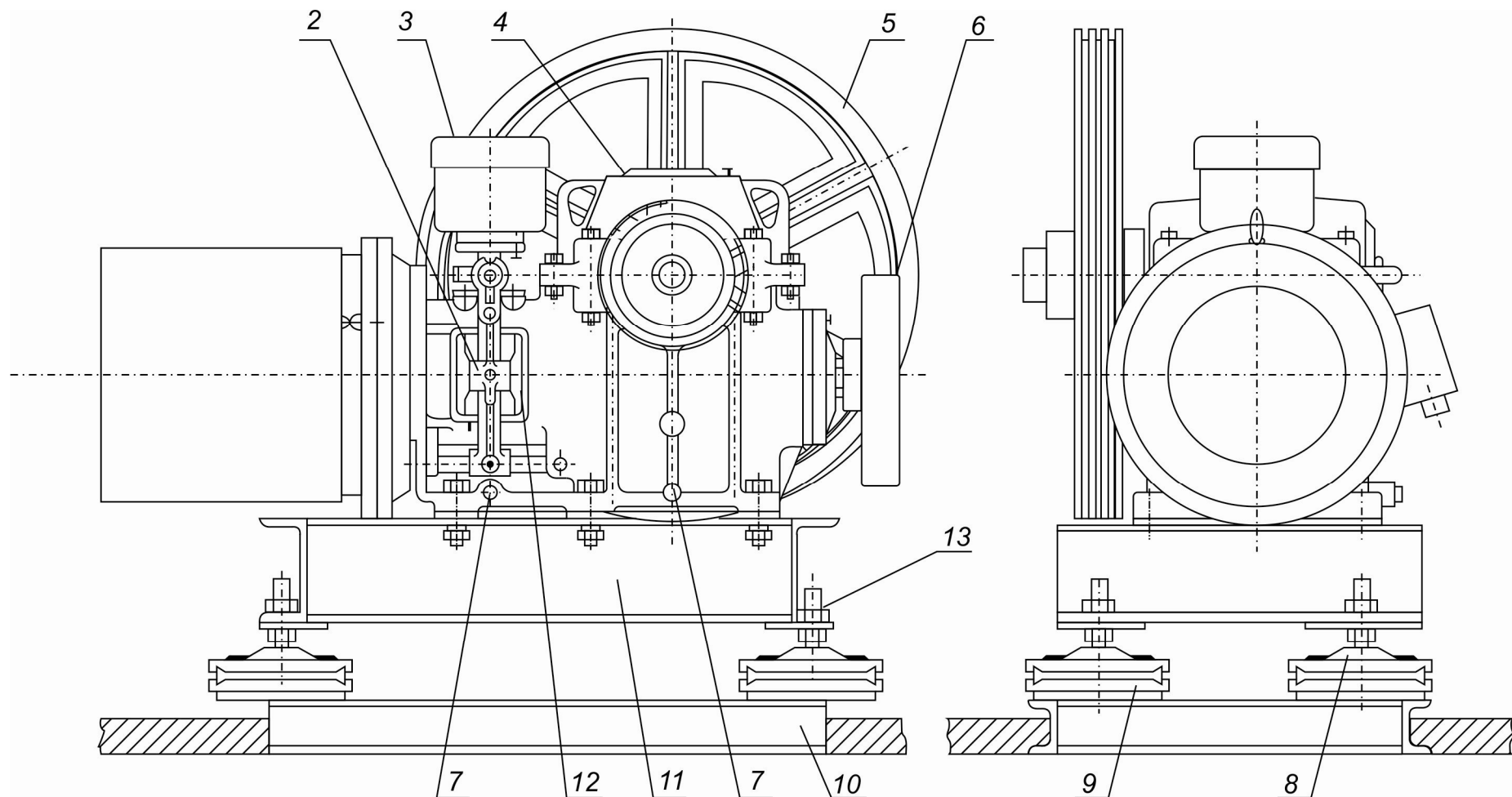


Рисунок 2 – Лебідка

1 – електродвигун; 2 – гальмо; 3 – електромагніт; 4 – редуктор; 5 – канатоведучий шків; 6 – маховик;
7 – зливна пробка; 8 – опора-домкрат; 9 – амортизатор; 10 – підрамник; 11 – рама; 12 – муфта; 13 – гайка

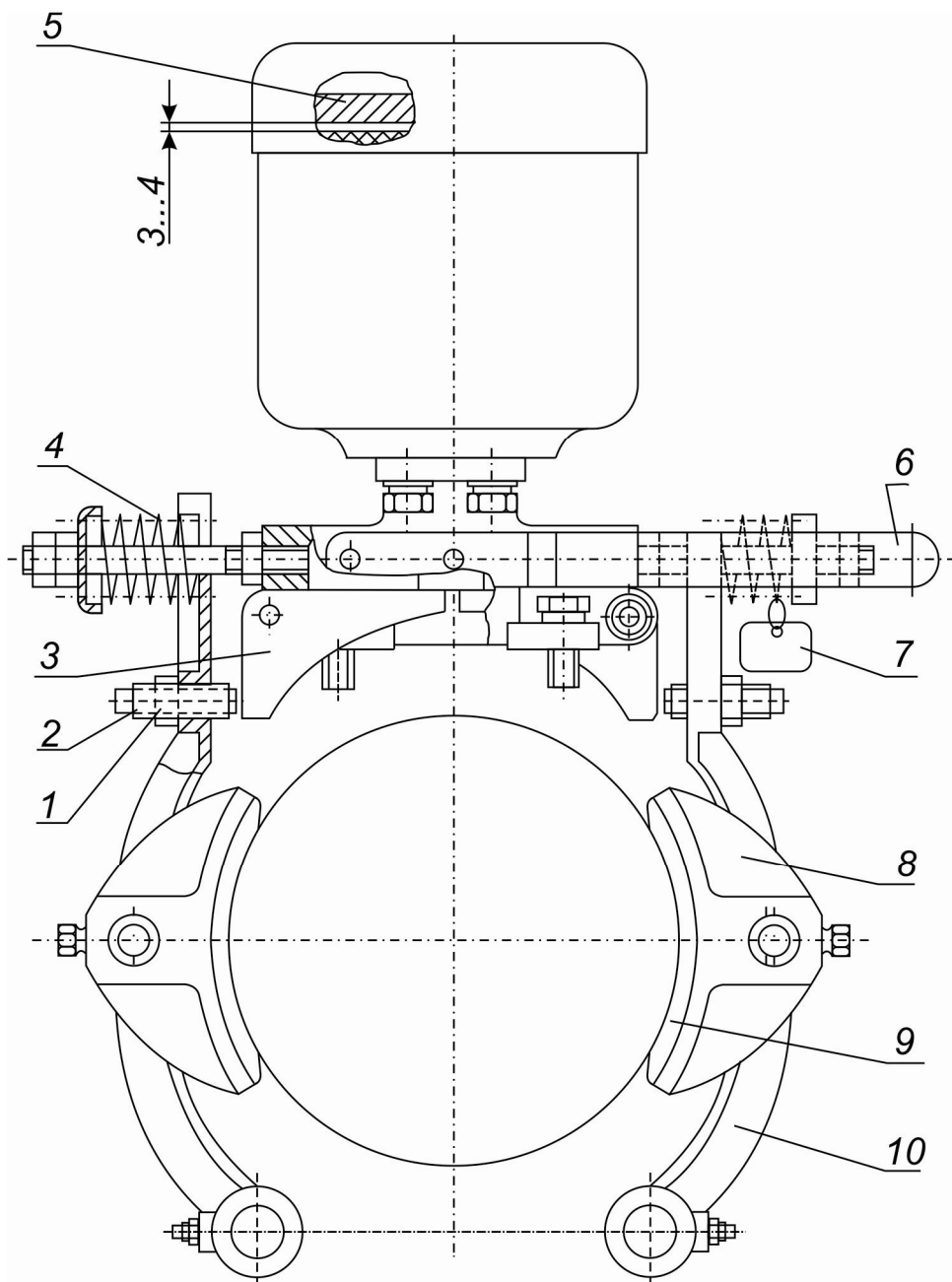


Рисунок 3 – Гальма колодкові

1 – контргайка; 2 – регулювальний гвинт; 3 – важіль; 4 – пружина; 5 – якір електромагніту; 6 – важіль; 7 – бирка; 8 – колодка; 9 – накладка; 10 – важіль

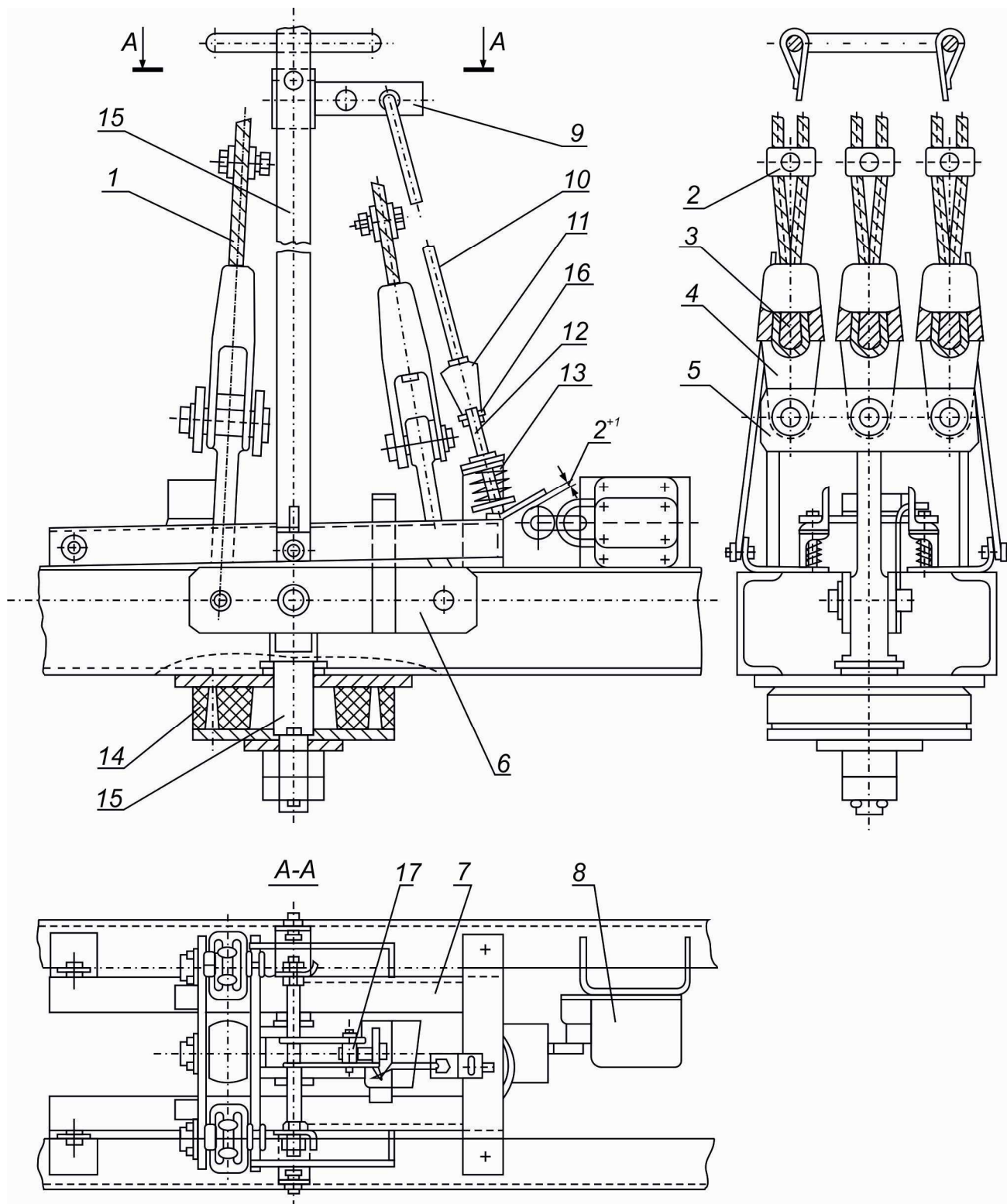


Рисунок 4 – Підвіска кабіни

1 – канат; 2 – притиск; 3 – клин; 4 – патрон; 5 – балансир верхній;
 6 – балансир нижній; 7 – рамка; 8 – контакт СВК; 9 – перемичка; 10 – тяга;
 11 – скоба; 12 – штир; 13 – пружина; 14 – амортизатор; 15 – стяжка;
 16 – шпінт; 17 – ролик

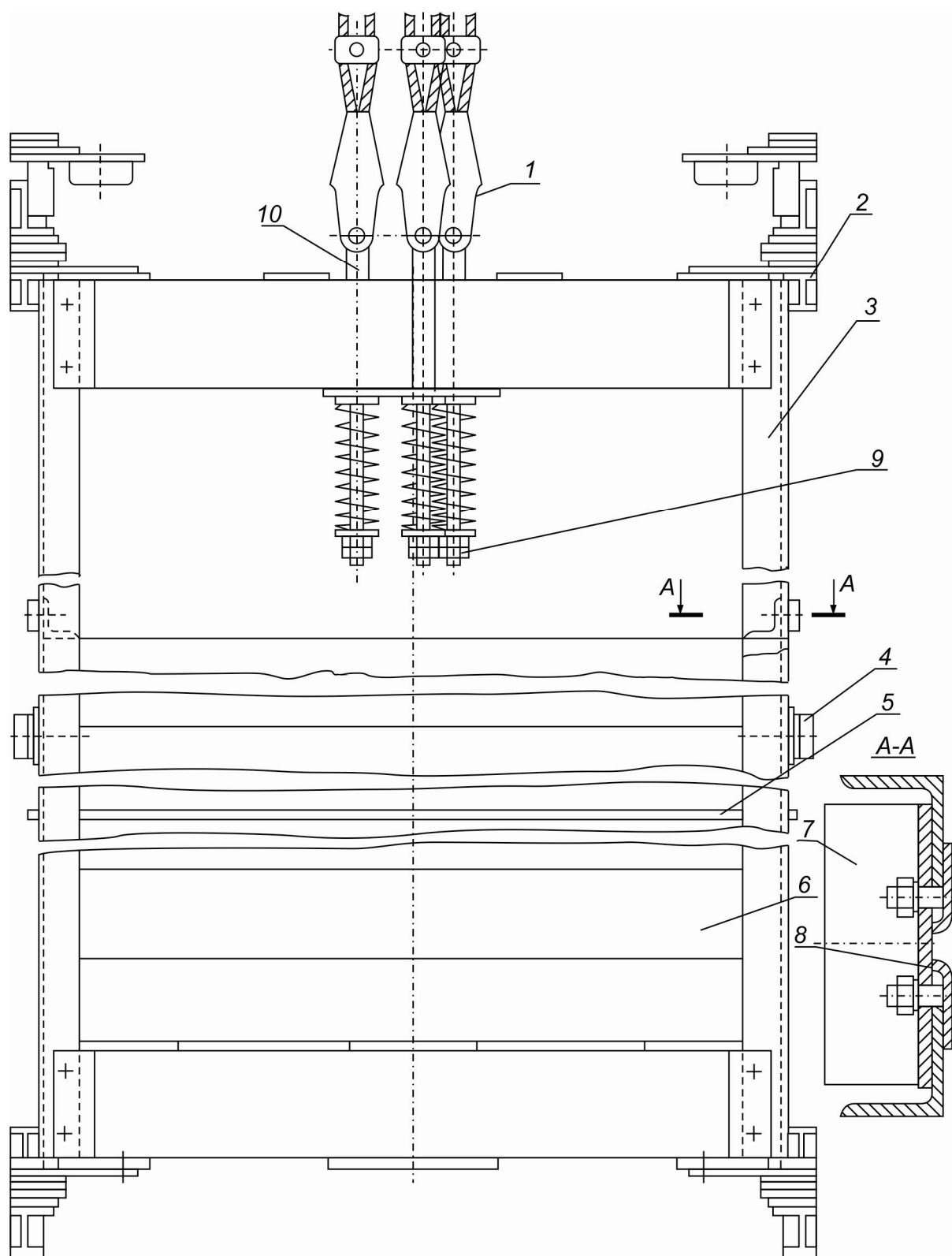


Рисунок 5 – Противага

1 – підвіска; 2 – обойма; 3 – каркас; 4 – башимак контрольний;
 5 – планка стяжна; 6 – вантаж; 7 – куточок; 8 – притиск;
 9 – гайка; 10 – тяга підвіски.

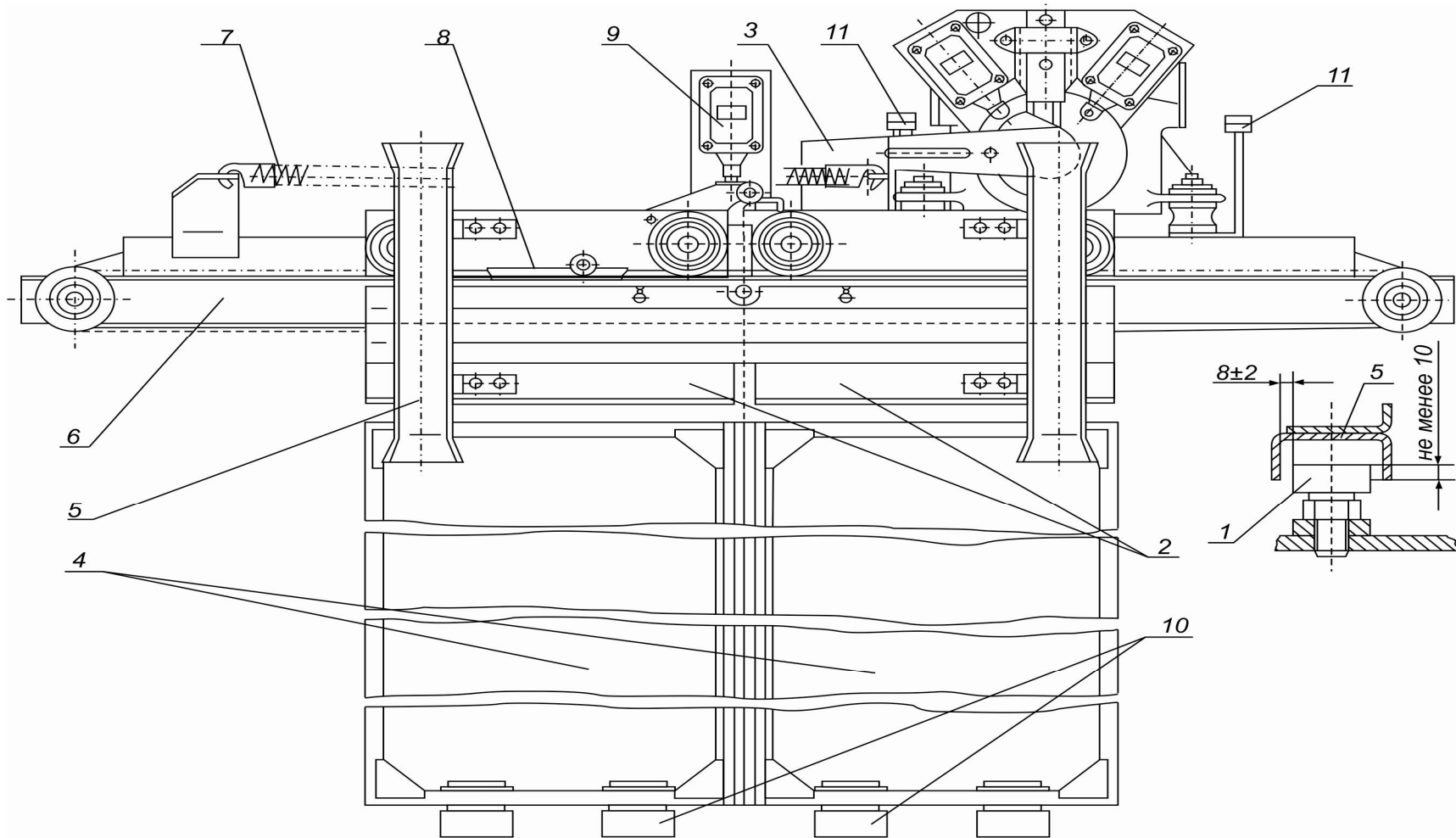


Рисунок 6 – Двері кабіни

1 – ролик важеля замка; 2 – каретки стулок; 3 – основа відводки; 4 – стулка; 5 – отводка замків; 6 – лінійка;
7 – пружина; 8 – канат; 9 – вимикач ДК; 10 – черевики стулок; 11 – упор

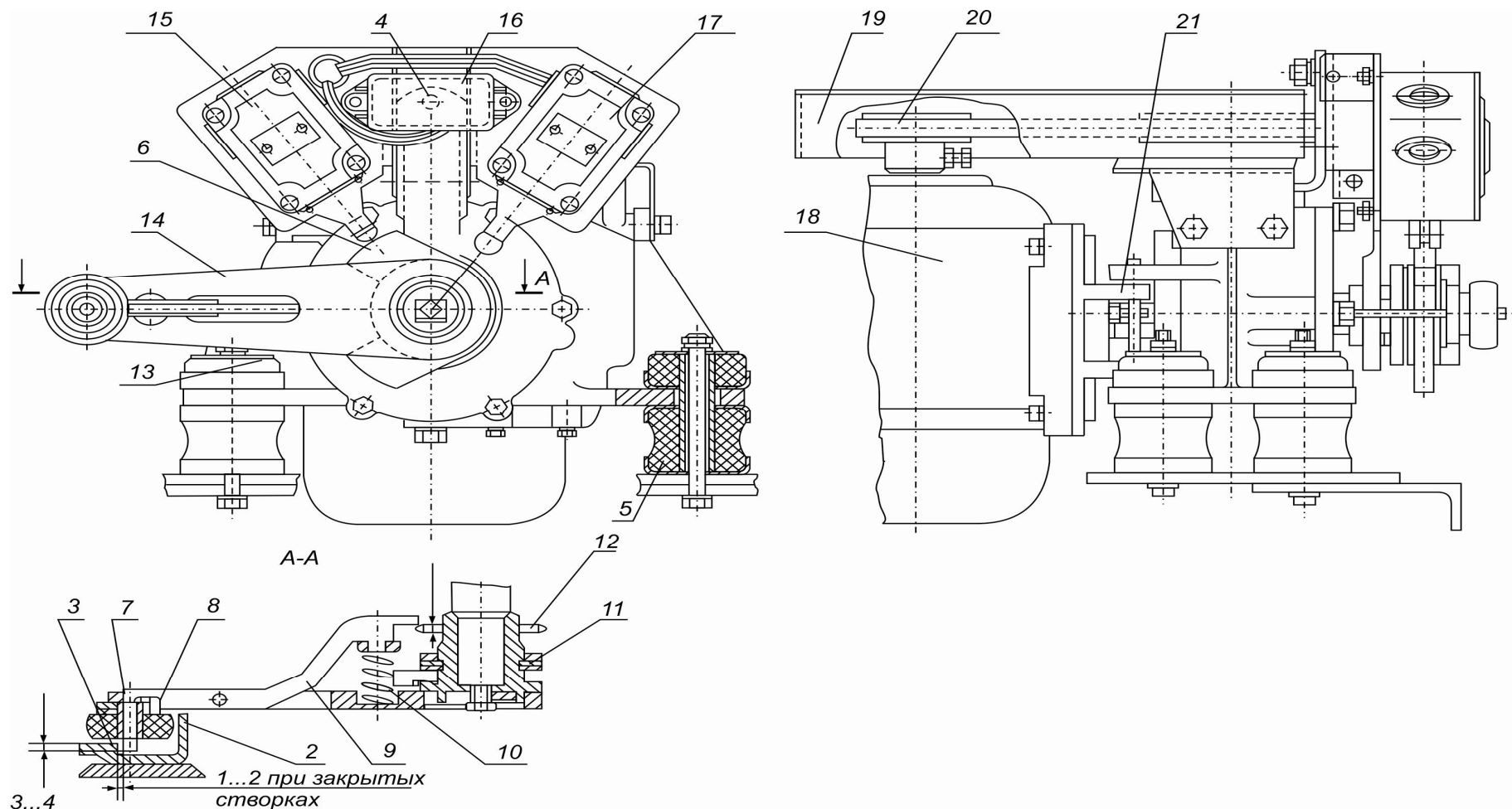


Рисунок 7 – Привід дверей

1 – каретка двери кабины; 2 – основа відводки; 3 – скіс відводки; 4 – болт; 5 – амортизатор; 6 – кулачки; 7 – штифт;
 8 – ролик водила; 9 – важіль; 10 – пружина; 11 – гайка; 12 – рамка; 13 – редуктор; 14 – водило; 15 – вимикач ВКЗ;
 16 – мікроперемикач; 17 – вимикач ВКО; 18 – електродвигун; 19 – огорожа ремня; 20 – ремінь;
 21 – регулювальний болт

Завдяки двом отводкам, встановленим на каретах дверей кабіни і взаємодіючим з роликами замків дверей шахти. Відкриваючись, двері шахти піднімаються по похилих напрямних.

Кут повороту водила залежить від установки кулачків 6 (рис. 7). При правильному регулюванні приводу він становить 165-180°.

Кулачки жорстко закріплені на втулці водила і, обертаючись разом з водилом, в потрібний момент діють (поперемінно) на вимикачі кінцеві закривання (ВКЗ) і відкривання (ПКО), подаючи імпульси на відключення електродвигуна. Привід має спеціальний пристрій, що перемикає електродвигун на реверс, якщо при закриванні дверей в дверний проріз випадково потрапив і виявився затиснутим пасажир або який-небудь предмет.

Пристрій працює наступним чином. При включенні приводу дверей на закривання водило 14 стримує хід ступок, закривання яких здійснюється в дверях кабіни зусиллям пружини 7 (рис.6), в дверях шахти – під дією ваги ступок дверей шахти.

При виникненні перешкод на шляху руху ступок вони зупиняються. Однак водило продовжує рух. При цьому між укосом 3 (рис. 7) відведення і штифтом 7 вибирається зазор і надалі штифт починає ковзати по скосу відводки, заглиблюється у втулку ролика 8 водила і натискає на плече важеля мікроперемикача 16. Стискається пружина 10, вибирається зазор між другим плечем важеля мікроперемикача і рамкою 12, воздействующей на мікроперемикач.

При відхиленні рамки під дією важеля 9 звільняється штифт мікроперемикача, який під дією пружини переміщається і змінює стан контактів. Це дає імпульс на перемикання електродвигуна привода дверей на відкривання. Двері знову відкриваються.

При закритих стулках дверей кабіни в горизонтальному положенні водила штифт 7 виконує роль замикаючого пристрою, що не дозволяє розсунути стулки дверей кабіни, що є додатковим елементом безпеки при користуванні ліфтом.

Уловлювачі (рис.8) призначені для зупинки і утримання кабіни в тих випадках, коли швидкість її руху вниз перевищить номінальну на 15% і більше. Уловлювачі розраховані на спільну роботу з обмежувачем швидкості і є одним з відповідальних пристроїв, що забезпечують безпечне користування ліфтом.

З обмежувачем швидкості уловлювачі пов'язані канатом 1, який покладений в клиновий струмок шківів. Гілки каната опущені в шахту і його кінці закріплені з допомогою коушів 2 і затискачів 3 на важелі 4 механізму включення уловлювачів.

Натяг каната забезпечується натяжним пристроєм, яке розташоване в приямку шахти і забезпечено блокувальним вимикачем СНУ, відключає ліфт, якщо важіль 3 натяжного пристрою відхилиться від горизонтального положення на деякий кут (рис. 9).

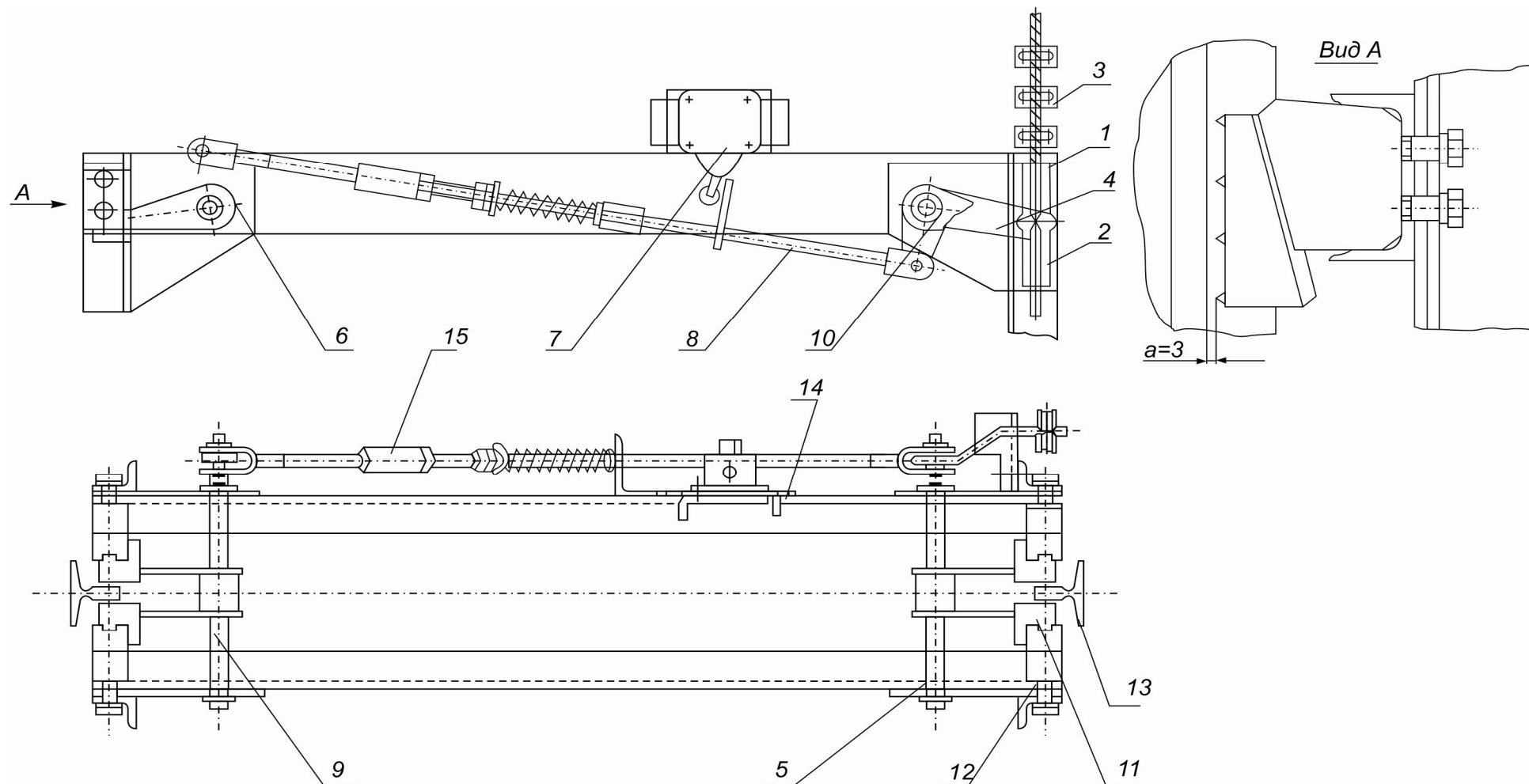


Рисунок 8 – Уловлювачі клинові

1 – канат обмежувача швидкості; 2 – коуш; 3 – затиск 10; 4 – важіль включення уловлювачів; 5 – вал; 6 – важіль;
 7 – вимикач уловлювачів; 8 – тяга сполучна; 9 – вал; 10 – важіль клинів; 11 – клин; 12 – колодка;
 13 – напрямна № 3; 14 – планка; 15 – муфта стяжна

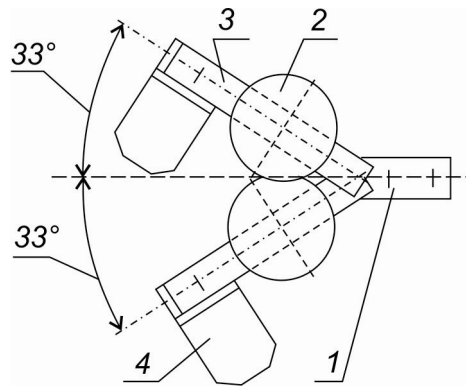


Рисунок 9 – Схема відхилення натяжного пристрою
 1 – кронштейн; 2 – блок; 3 – важіль; 4 – вантаж

При русі кабіна тягне канат. Шків обмежувача швидкості при цьому приходить в обертання. Кутова швидкість шківа знаходиться в прямій залежності від швидкості руху кабіни. Якщо зростає швидкість руху кабіни, збільшується і кутова швидкість шківа обмежувача швидкості.

Пристрій відцентрового обмежувача швидкості показано на рисунку 10. На шківі осей 1 і 4 закріплені два вантажу 6. При обертанні вантажів спільно зі шківом відцентрові сили, що виникають у вантажах, прагнуть розвести їх кінці. При цьому повинна стиснутися пружина 3, надіта на тягу 2, що з'єднує вантажі. При швидкості шківа, рівної номінальній, дія відцентрових сил, що виникають у вантажах, врівноважується зусиллям пружини. Якщо ж кутова швидкість шківа зростає на 15 - 40% від номінального значення (що пов'язано зі збільшенням швидкості руху кабіни), відцентрові сили подолують опір пружини, вона стиснеться, кінці вантажів розійдуться і увійдуть в зачеплення з упорами 5 корпусу 7 обмежувача швидкості. Обертання шківа припиняється. Стопоре шків передбачено тільки при русі кабіни вниз.

При стопоренні шківа зупиняється рух каната обмежувача швидкості, який закріплений до важеля 4 механізму включення уловлювачів (рис. 8). А так як рух кабіни триває, плече важеля піднімається, повертаючи вал 9. На валу жорстко закріплені важелі 10, які піднімають клини 11, ковзаючи по колодок 12. Одночасно через тягу 8 і важіль 6 обертається вал 9 на іншій стороні каркаса кабіни, і жорстко закріплений на валу важіль 10 піднімає вгору іншу пару клинів. При підйомі клинів вибирається зазор «а» між зубами клинів і головкою направляючої. Затискаючи головку направляючої, клини зупиняють кабіну. Планка на з'єднаній тязі 8 звільняє ролик вимикача 7 уловлювачів. Контакт кінцевого вимикача (ВКЛ) розмикається, подаючи імпульс на відключення електродвигуна лебідки.

Щоб зняти кабіну з уловлювачів, необхідно підняти її вгору. При цьому розтисне пружина на тязі 8 і механізми уловлювачів повернуться в початкове положення.

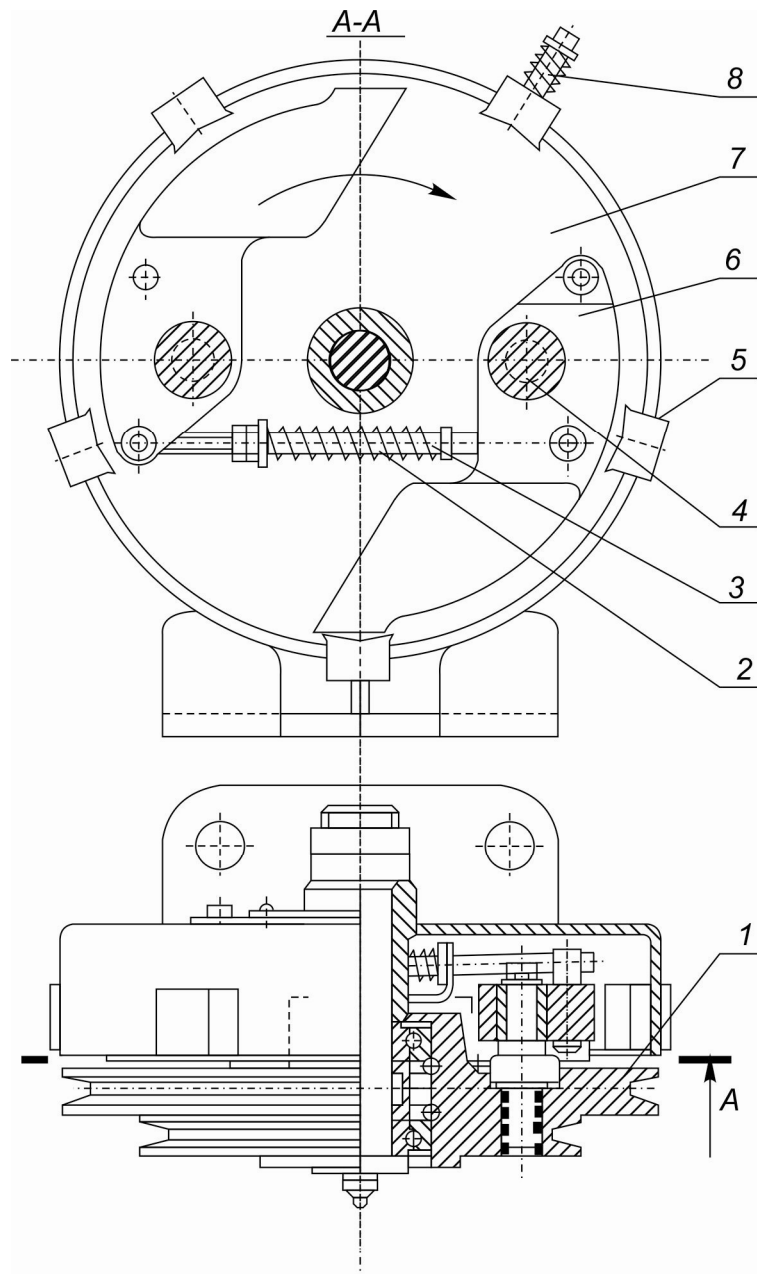


Рисунок 10 – Обмежувач швидкості
*1 – шків; 2 – тяга; 3 – пружина; 4 – вісь; 5 – упор;
 6 – вантаж; 7 – корпус; 8 – упор*

У разі проходку кабіною з якихось причин рівня крайньої нижньої крайньої верхньої зупинок відбувається посадка кабіни або противаги на розташовані в прямку пружинні буфери. При цьому виключається жорсткий удар.

Двері шахти (рис. 11) блокової конструкції поставляється на монтаж в зібраному вигляді. Стулки 2 розсувні двері, що відкриваються автоматично приводом дверей кабіни. Двері шахти забезпечені автоматичними замками, призначеними для запирання ступок дверей і запобігають можливість їх відкривання з посадкового майданчика. Замок 23 працює наступним чином.

Відмикання замка і відкривання дверей. При впливі відводки двері кабіни на ролик 25 важеля 26 в напрямку, вказаному стрілкою, важіль повертається на своїй осі на деякий кут. При цьому плече важеля піднімається вгору і, діючи пальцем 17 на засувку 6 замку, піднімає її, виводять зуб засувки із зачеплення з упором 9 каретки. При подальшому повороті важеля палець упирається у виріз каретки і стопорить важіль від подальшого повороту. Каретки і закріплені до них стулки під дією прикладеної сили починають рухатися по лінійці 14. Ролик 24 засувки замка, перекочуючись по каретці, утримує засувку в піднятому положенні. Двері відкриваються.

Одночасно засувка 6 замку тисне на штифт блокувального кінцевого вимикача (ВКШ) 4. Контакт вимикача розмикається.

Закривання дверей і замикавання замку. При знятті зусилля з ролика 24 каретка зі стулкою під дією власної ваги починає переміщатися по лінійці 14 до центру отвору дверей. Після того як стулка з кареткою займуть початкове положення, засувка замка під дією власної маси опуститься і увійде в зачеплення з упором каретки. Двері виявляться замкненою. Звільняється штифт блокувального вимикача і контакт вимикача замикається. Обидві стулки працюють одночасно. Зусилля на роликах важелів створюються від дії привода дверей (рис. 7) через відводки 5 (рис. 6), встановлені на каретках двері кабіни. Одночасність руху ступок дверей кабіни досягається через канат 8, з'єднує стулки.

Зовні шахти (у безпосередній близькості від дверей шахти), а також в шахті, кабіні, на кабіні і в машинному приміщенні розташовані електричні апарати керування, освітлення і сигналізації. Сполучені у певній послідовності в електричній схемі ліфта апарати зводять до мінімуму дії пасажирів при користуванні ліфтом. Для виклику кабіни з зупинок необхідно натиснути кнопку виклику. Для пуску кабіни натиснути кнопку наказу потрібного зупинки кнопкового апарата, розташованого в кабіні. Надалі вся робота ліфта (закривання дверей, пуск, зупинка кабіни, відкривання дверей та інші дії) здійснюються автоматично. Електроапаратура, встановлена на кабіні, з'єднана зі станцією керування ліфтом підвісним кабелем 6 (рис. 1).

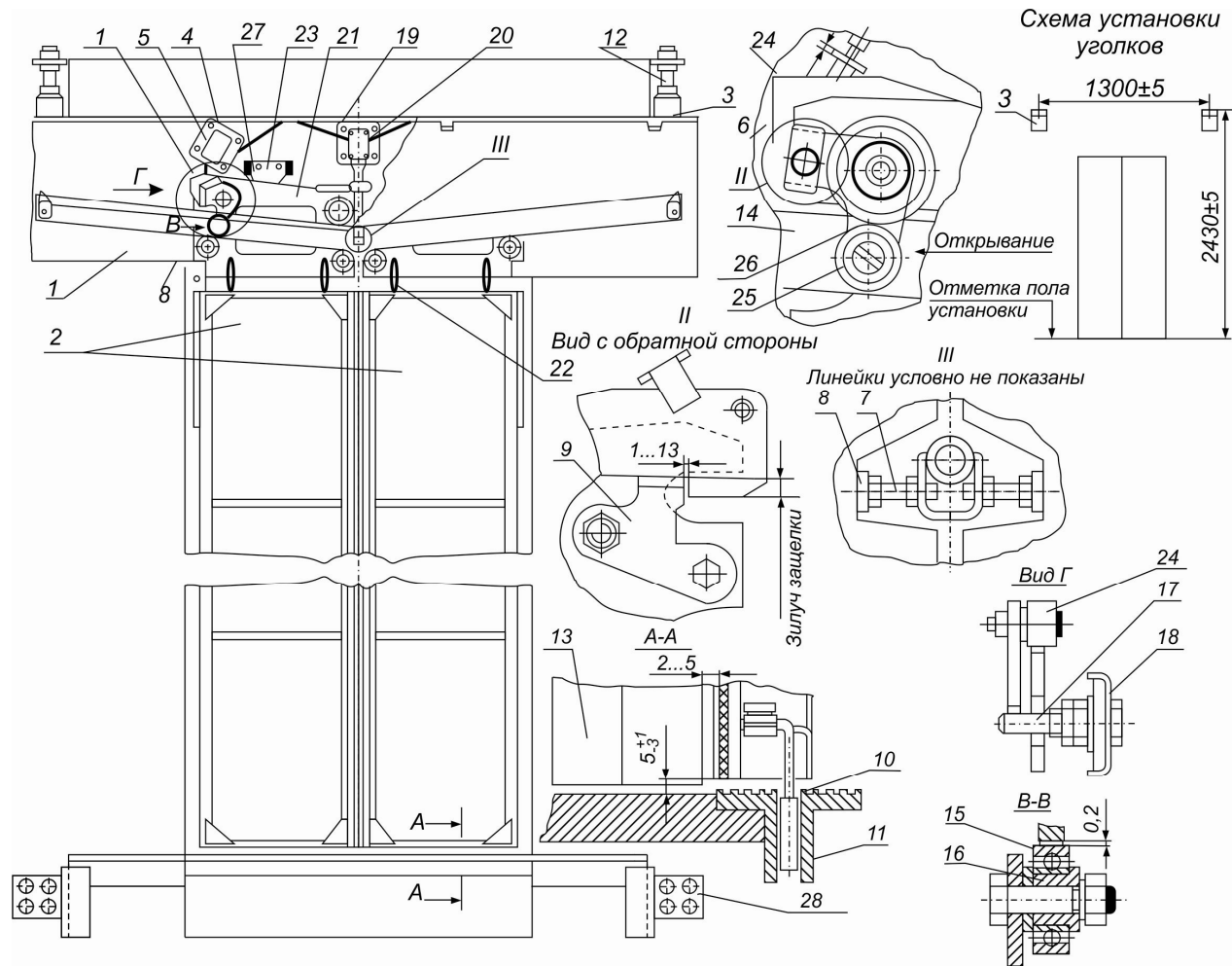


Рисунок 11 – Двері шахти

- 1 – балка; 2 – створка; 3, 28 – куточок; 4 – контакт ДЗ; 5, 19 – основа контакту; 6 – замок; 7 – болт;
 8 – амортизатор; 9 – упор; 10 – башмак; 11 – поріг; 12, 22 – шпилька; 13 – обрамлення; 14 – лінійка; 15 – контрролик;
 16 – втулка ексцентрикова; 17 – палець важеля; 18 – пластина контровочна; 20 – контакт ДЩ; 21 – каретка;
 23 – замок; 24 – ролик замка; 25 – ролик важеля замка; 26 – важіль; 27 – планка стопорна

Загальний принцип дії ліфта наступний. При натисканні на кнопку виклику апарату 10 в електроапаратуру управління ліфтом подається електричний імпульс (виклик). Якщо кабіна знаходиться на зупинці, з якої надійшов виклик, відкриваються двері кабіни і шахти на даній зупинці. Якщо кабіни немає на цій зупинці, то електроапаратурою в залежності від того, звідки надійшов виклик, вибирається напрямок руху кабіни (вгору або вниз) і дається команда на її рух. В обмотку електродвигуна лебідки і в котушку електромагніта гальма подається напруга, колодки гальма розтискаються і ротор електродвигуна приходить в обертання.

Канатоведучий шків за рахунок сил тертя захоплює тягові канати і приводить в рух кабіни і противага. Рух кабіни контролюється електроапаратурою. Кабіна зупиняється на тій зупинці, звідки надійшов виклик. Стулки дверей кабіни і шахти розсуваються.

При натисканні на штифт кнопки наказу кнопкового апарата, розташованого в кабіні, закриваються стулки дверей кабіни і шахти, і кабіна починає рухатися в заданому напрямку.

Після прибуття кабіни на потрібний поверх і виходу з неї пасажира двері кабіни і шахти з витримкою часу близько 7 з автоматично закриваються, і кабіна з закритими дверима стоїть на зупинці до тих пір, поки не буде знову натиснута будь-яка клавіша виклику.

Ліфт може працювати в одному з наступних режимів:

- «Нормальна робота»;
- «Ревізія»;
- «Керування з машинного приміщення».

Рух кабіни можливо тільки при справності всіх блокувальних і запобіжних пристроїв. Контроль за їх станом здійснюють електричні апарати, контакти яких включені послідовно і утворюють ланцюг безпеки. Спрацьовування будь-якого запобіжного пристрою приводить до розмикання контакту в ланцюзі управління і до зупинки кабіни.

4 Монтаж механічного обладнання ліфта

Монтаж устаткування ліфта починають з визначення координат установки кронштейнів, напрямні кабіни і противаги, дверей шахти та обладнання приямка.

Монтаж направляючих. Встановлення кронштейнів кріплення напрямних кабіни і противаги виробляють за отвесам і рівню. Кронштейни встановлюють горизонтально. Допустиме відхилення не більш 1мм на 1м.

Встановлення напрямних кабіни і противаги виробляють за розмірами, що вказані в установчому кресленні. Кріплення їх до стінок шахт, виконаних з різних матеріалів, показано на складальному кресленні установки напрямних.

Монтаж направляючих виробляють з допомогою монтажною лебідки. Нижні торці напрямних кабіни встановлюють у приямку на металеві пластини, що поставляються в комплекті з обладнанням ліфта. При монтажі напрямних методом нарощування встановлюють перший відрізок направляючої і

закріплюють його на кронштейнах. Наступний відрізок направляючої з допомогою захоплення піднімають вище першого, відрізки з'єднують стиковою планкою і закріплюють напрямну на кронштейнах. Таким же чином монтують всі інші відрізки направляючих. Пересунувши лебідку, монтують другу нитку напрямних кабіни, а потім і напрямні противаги. Нижні кінці направляючих противаги закріплюють до стійок, що встановлюються в прямку.

При виконанні роботи по монтажу направляючих:

- 1) ретельно очищають напрямні і стикові планки в місцях їх з'єднання;
- 2) кріплять окремі напрямні між собою в послідовності, зазначеній в установчому кресленні;
- 3) не допускають кріпильних та інших деталей з відступом від документації.

Напрямні встановлюють таким чином, щоб бічні робочі поверхні головок напрямних кабіни і пір'я куточків направляючих противаги перебували в одній вертикальній площині. Зсув відносно площини напрямних їх установки не повинно перевищувати 0,5 мм. Зміщення в стиках напрямних противаги при необхідності усувають прокладками.

Зміщення робочих поверхонь напрямних у місцях стиків відносно один одного усувають зачисткою по довжині не менше 100 мм.

Вертикальність установки напрямних, прямолінійність, відстань між торцями робочої частини контролюють спеціальними пристосуваннями (штихмас, лінійка, схил і т. д.). допустимі відхилення в установці напрямних не повинні перевищувати за штихмас 2 мм, по вертикалі 1/5000 при висоті до 50 м і не більше 10 мм при висоті 50 м і більше.

Монтаж дверей шахти. Перед початком монтажу дверей шахти на кожному поверсі на проектних відмітках встановлюють куточки 3 (рис. 9,11), які приварюють до закладних будівельних деталей передньої стіни шахти катетом шва 5 мм по контуру деталей, що сполучаються.

Двері шахти в зборі подають підйомним краном на перекриття або на верхній крайній поверх, а потім монтажною лебідкою кожену двері транспортують по шахті на потрібний поверх.

Монтаж дверей шахти починають з першого поверху. Опущену монтажною лебідкою двері встановлюють на підготовлені куточки. За допомогою шпильок 12 (рис. 11) з гайками площину порогу поєднують з відміткою чистої підлоги. Потім за допомогою спеціального кондуктора, який кріпиться на направляючі кабіни, встановлюють відстань від напрямних до порога дверей, а центр порогу суміщають з центром кондуктора. Можливість переміщення дверей в зборі в горизонтальних площинах передбачена наявністю поздовжніх отворів в скобах верхньої балки дверей і куточках. Вісь дверей шахти повинна збігатися з віссю дверей кабіни; допустиме відхилення не повинно перевищувати 2 мм. Зазор між порогами кабіни і дверей шахти на всій довжині повинен бути дорівнює 40-45 мм. Пороги всіх шахтних дверей повинні бути горизонтальні, знаходитися в одній вертикальній площині, паралельній площині, напрямних кабіни, і збігатися з відміткою чистої підлоги відповідної посадочної площадки. Допускається відхилення від горизонталі до 2 мм на всю

довжину порогу, а від вертикальної площини – до 3 мм. Вертикальність установки дверей перевіряють за допомогою виска.

Після закінчення вивірки всіх дверей шахти виробляють їх кріплення (рис. 11).

В стику стулок допускається зазор не більше 2 мм на довжині 300 мм, між стулками внизу не більше 15 мм при розтягувати горизонтальному зусиллі 5 кгс, доданому до дверного полотна на відстані 300 мм від порога.

Монтаж обладнання прямка. Перед встановленням обладнання в прямку перевіряють розташування бетонних тумб під буфера по відношенню до площини установки напрямних і симетричність їх розташування згідно установчому кресленню. Потім заливають бетоном гнізда тумб і встановлюють в них анкерні болти опор буферів кабіни таким чином, щоб опорні площини були на одному рівні. При наявності закладних деталей на горизонтальній площині тумб кріплення підставок буферів виробляють за допомогою зварювання.

Опору буфера противаги встановлюють згідно установчому кресленню; положення опори буфера противаги фіксують до заливки чистої підлоги.

Натяжний пристрій каната обмежувача швидкості встановлюють у прямку згідно установчому кресленню. Важіль 3 (рис. 9) повинен вільно повертатися навколо своєї осі і вертикальній площині. Після навішування каната обмежувача швидкості і регулювання його довжини важіль повинен знаходитися в горизонтальному положенні.

Після закінчення монтажних робіт у прямку ліфта роблять чисту підлогу (стягування).

Монтаж противаги. Монтаж противаги без вантажів роблять після установки і остаточної вивірки направляючих противаги. Противагу без вантажів з встановленими в черевики чавунними вкладишами подають в шахту і опускають в прямокутний по напрямних на заздалегідь підготовлені упори за допомогою монтажно-лебідки.

Після укладання в каркас 3 (рис. 5) вантажів 6 на 100 - 200 мм нижче контрольного черевика 4 встановлюють планку стяжну 5, а потім укладають інші вантажі. Необхідну кількість вантажів визначають при балансуванні кабіни з противагою.

Вантажі противаги повинні щільно прилягати один до одного, місцеві зазори між ними допускаються не більше 5 мм. Можливе зміщення кожного вантажу в бік не повинно перевищувати 5 мм. Вантажі у каркасі закріплюють куточками 7.

Монтаж кабіни. Монтаж кабіни в зібраному вигляді виробляють за допомогою баштового крана після установки і остаточної вивірки напрямних кабіни, монтажу дверей і противаги.

Кабіну з встановленими в черевики чавунними вкладишами подають краном в шахту і опускають на балки. Балки в шахті встановлюють на рівні верхньої зупинки таким чином, щоб кабіна рівномірно спиралася на них своїми опорними пластинами, розташованими на нижній балці каркаса кабіни і призначеними для посадки кабіни на буфер.

Монтаж обладнання в машинному приміщенні. Лебідку в зборі з підрамником встановлюють у відповідності з вимогами монтажного креслення.

Вивіряння лебідки виробляють відносно осей кабіни і противаги. При цьому канатоведучий шків повинен займати таке положення, при якому висок, опущені з середнього струмка шківа по осі каната, повинні збігатися із центрами підвіски кабіни і противаги. Допускається відхилення не більше 5 мм.

Після вивірки лебідки щодо осей кабіни і противаги транспортні шпильки, що з'єднують раму з підрамником, знімають.

Підрамник заливають бетоном або приварюють до закладних деталей, якщо вони передбачені в плиті машинного приміщення. Відхилення підрамника від горизонтальної площини допускається не більше 3 мм на довжині 1000 мм.

Остаточну перевірку лебідки виробляє після врівноваження противаги і завантаження кабіни номінальною навантаженням, що дорівнює вантажопідйомності ліфта. При цьому горизонтальне положення рами лебідки перевіряють за рівнем. Відхилення від горизонтальності допускається не більше 1 мм на довжині 1000 мм (контролюється в зоні обробленої поверхні оглядового лючка редуктора). Відхилення канатоведущого шківа від вертикалі дозволяється не більше 1 мм на діаметр шківа. Регулювання здійснюють гайками 13 (рис. 2). Відрегульована лебідка повинна спиратися на всі чотири амортизатори. Відстань від верхньої полиці швелера рами витримується в межах 120 ± 2 мм. Встановлення обмежувача швидкості виконують у відповідності з вимогами монтажного креслення.

5 Монтаж електрообладнання ліфта

Монтаж в машинному приміщенні. Електрообладнання в машинному приміщенні розміщують у відповідності з установчим кресленням на кожен конкретний ліфт. Ввідний пристрій встановлюють в безпосередній близькості від вхідних дверей і з'єднують з шафою силовими проводами.

Встановлення шафи управління виробляють в машинному приміщенні на спеціальних опорах і регулюють по висоті гайками. Відхилення від вертикалі не повинні перевищувати 5 мм. Контроль здійснюють схилом.

Дроти, що виходять з шахти, прокладають від отвору в підлозі машинного приміщення до шафи управління в трубах. При монтажі дозволяється розрізати труби і зварити за місцем.

Після проведення монтажу електророзводки в машинному приміщенні заливають чисту підлогу на висоту 50 мм.

Монтаж в шахті. В залежності від розташування обладнання в шахті електророзводки бувають лівого або правого виконання.

Поверхові перемикачі, поверхові клемні і підвесникова коробки встановлюють у відповідності з вимогами креслень, що поставляються з ліфтом. У місця введення проводів у коробки встановлюють гумові втулки.

Поверхові клемні коробки кріплять до смуги, що проходить по всій висоті шахти від приямка до машинного приміщення. Дроти закріплюють на

смугі затискачами. Конструкція кронштейнів для кріплення смуги дозволяє виробляти монтаж раніше скоммутированим джгутом проводів.

Для захисту від пошкодження металорукав по підлозі кабінки обгороджують куточком.

Монтаж на кабінці. На монтаж надходить кабінка з встановленими і скоммутированными електроапаратами.

Монтаж підвісного кабелю виробляють згідно установчому кресленню. Довжина підвісного кабелю повинна бути такою, щоб при знаходженні кабінки на рівні першої зупинки відстань від підлоги прямка до петлі кабелю було одно 500 мм.

Перед обробленням кінців кабелю в місцях підвіски потрібно накласти бандаж з м'якого дроту діаметром 1 мм.

Для вилучення троса, закріплювального підвісний кабель на кабінці, 30 мм від бандажа в бік оброблення роблять надріз металевої обплетення кабелю, зрушують обплетення кабелю, зрушують оплетку на 700 мм і розрізають шлангову оболонку уздовж кабелю на 60 мм. Після цього розгортають оболонку, звільняють тросик і відрубують його на відстані 500 мм від бандажа. Залишився в кабелі кінець троса забандажируют між жилами, жили кабелю укладають в розгорнуту шлангову оболонку, згортають її на всю довжину розрізу кладуть бандаж. Насувають металеву оболонку на попередньо укладені на місця розрізу ремінці з мідної фольги, стыкуют і в декількох місцях припаюють. На стик двох кінців оболонки зверху накладають додатковий поясок з мідної фольги і припаюють. Пайку роблять припоєм ПОС - 40. флюсом служить розчин каніфолі в спирті - ректификате.

Для кабелів без металевої оболонки операції з оболонкою не виробляють.

Звільнений з кабелю кінець троса заправляють у коуш на ушковом болте і кріплять притисками. Потім накладають бандаж з м'якого дроту діаметром 1 мм і залишився кінець троса закріплюють гвинтом заземлення до швелеру кабінки.

Підвіску кабелю під кабінкою і в шахті проводять аналогічно.)

6 Заземлення ліфта

Заземлення ліфтового обладнання повинно виконуватися з дотриманням вимог інструкції та правил улаштування електроустановок. Заземлення належать всі металеві частини ліфта, які можуть опинитись під напругою. В якості заземлюючих провідників використовують сталеву стрічку, дріт і елементи конструкції ліфта. Магістраль заземлення і відгалуження фарбують у чорний колір. Допускається забарвлення відкритих заземлюючих провідників в інші кольори у відповідності з оформленням приміщення, але при цьому вони повинні мати в місцях приєднання і відгалужень не менше ніж дві смуги чорного кольору на відстані 150 мм одна від одної.

Після закінчення всіх робіт з влаштування заземлення перевіряють безперервність ланцюга між введенням заземлення і всіма заземленими елементами. Результати перевірки заземлення оформляють актом.

Заземлення електроустаткування, встановленого в машинному приміщенні, в шахті і на кабіні. Заземлення електроустаткування, встановленого в машинному приміщенні, виконують згідно з кресленнями розводки по машинного приміщення, що входять в комплект поставляється з ліфтом документації.

При цьому заземлюючи магістраль із сталеві смуги в машинному приміщенні зварюванням з'єднують з введенням заземлення і прокладають уздовж стін на відстані 10 мм від них шляхом приварки до куточків, встановленими на висоті 100 мм від рівня підлоги. Від основної магістралі заземлення до елементів, які підлягають заземленню, роблять відгалуження, які виготовляють із сталеві смуги того ж перетину, що і основна заземлююча магістраль.

Заземлення електроустаткування, встановленого на рухомих частинах та віброізоляційних опорах, а також корпусів електроапаратів виконують за допомогою приводів. Корпусу ввідного пристрою і шафи управління заземлюють шляхом закріплення одного кінця проводу під гвинт заземлення електроапарата, а другого – під гвинт платику, привареними до заземлювальної магістралі. Раму лебідки заземлюють дротом, один кінець якого кріплять до платику, привареному відгалуження до магістралі заземлення, інший – до платику, привареному на рамі лебідки.

Заземлення металорукавів виконують пайкою на монтажі, а встановленого в шахті електрообладнання – з кресленнями розводки по шахті.

Для заземлення обладнання шахти використовують сталеву смугу, призначену для кріплення клемних коробок і проводів. Смугу з'єднують зварюванням з магістраллю заземлення машинного приміщення.

Заземлення дверей шахти здійснюють кронштейном, який одним кінцем приварюють до проходить по всій висоті шахти смуги, іншим – до деталей дверей шахти.

Заземлення направляючих виконують приварюванням смуги відгалуження до деталей кріплення напрямних на верхньому поверсі.

Для заземлення кабіни використовують одну з жил підвісного кабелю, а в якості додаткового заземлюючого провідника - сталеві троси підвісних кабелів.

Електрообладнання, встановлене на заземлених металоконструкціях кабіни, окремим заземленню не підлягає, за умови, що місця установки електроапаратів зачищені до металевому блиску і змащені тонким шаром технічного вазеліну.

7 Випробування і регулювання ліфта

Випробування ліфта проводять з метою переконатися, що монтаж обладнання й електропроводки виконаний у відповідності з технічною документацією.

Перед випробуванням ліфта:

- виробляють змащення механізмів ліфта, заливають масло в редуктор лебідки і привід дверей до верхньої ризики маслоуказателя. Наявність вологи в

редукторах та олії не допускається, пуск редуктора без мастила категорично забороняється;

- перевіряють надійність роботи гальмівного пристрою;
- відсутність в шахті ліфта сторонніх предметів;
- опір ізоляції електрооборудованих;
- правильність включення електродвигуна.

Опір ізоляції гальмового електромагніту і трансформаторів повинне бути не менше 0,5 Мом, електродвигуна лебідки – не менш 1 Мом, електродвигуна дверей – не менше 2 Мом. Якщо опір ізоляції не менше допустимих меж, зазначене електрообладнання піддають сушінню.

Опір ізоляції електродвигунів, гальмового електромагніта, трансформаторів перевіряють також у випадках, коли між закінченням монтажу і здачею ліфта в експлуатацію пройшло багато часу, особливо якщо зазначене електрообладнання знаходилося в неопалюваному сирому приміщенні.

Опір ізоляції вимірюють мегомметром на напрузі 500В.

Переконавшись, що всі двері шахти і кабіни закриті і замкнені, приступають до випробування ліфта. Для цього з кабіни, яка опускається від штурвала вручну при вимкненому ввідному пристрої, перевіряють зазори між виступаючими частинами кабіни, шахти і дверей шахти в зоні верхніх трьох поверхів.

Перевірку посадки кабіни на уловлювачі і зняття її з уловлювачів проводять при вимкненому ввідному пристрої шляхом обертання штурвала і натискання на контрольний упор 8 (9,10) обмежувача швидкості. Кабіни з уловлювачів знімають тільки вручну.

Поставивши кабіну нижче рівня верхнього поверху, включають ввідний пристрій і автоматичний вимикач. Перемикач режимів роботи ставлять в положення «Керування з машинного приміщення» і натискають на кнопку – *Кн* «Вниз» в шафі керування.

Посадку кабіни на уловлювачі виробляють впливом на контрольний упор 8 обмежувача швидкості після того, як кабіна досягне номінальної швидкості. Для перевірки правильності регулювання обмежувача швидкості поміщають канат струмок меншого діаметру і виробляють пуск кабіни вниз з машинного приміщення. При досягненні номінальної швидкості уловлювачі повинні спрацювати, а вимикач уловлювачів розірвати ланцюг управління.

Перевірку уловлювачів виробляють в зоні верхніх трьох поверхів.

Регулювання ліфта після перевірки уловлювачів виробляють з кабіни при роботі ліфта в режимі «Ревізія».

При підготовці гальма до роботи змащують консистентним мастилом всі шарнірні з'єднання. Попадання мастила на поверхні накладок і гальмівного шківів недоступно. Усі шарнірні з'єднання повинні легко провертатися, колодки самовстановлюватися по зовнішній поверхні гальмівного шківів і фіксуватися у цьому положенні щодо важелів при растормаживанні системи.

Пружини гальма встановлюють по розмірам, зазначеним на бірках 7 (рис. 3). Регулювання гальмівного моменту в межах 6-8 кгсм виробляють однаковою зміною довжини пружини 4 з допуском ± 1 мм в однаковому

напрямі (обидві підтискають або обидві послаблюють). З допомогою гвинтів 2 між якорем 5 і корпусом електромагніту встановлюють зазор в межах 3-4 мм, що відповідає зазору 0,5-0,8 мм між накладками і гальмівним шківом в розгальмованому стані.

Зазор між клинами уловлювачів і спрямовуючої повинен бути дорівнює 3мм (рис. 9,8). Клини повинні спрацьовувати одночасно з обох сторін, що досягається регулюванням за допомогою стяжної муфти 15. Вимикач уловлювачів 7 повинен спрацьовувати до зіткнення клинів з направляючої (при ході клинів вгору на 11 мм). Після перевірки спрацьовування положення вимикача 7 фіксується відгином планки 14.

Після цього ставлять кабіну точну зупинку. При цьому:

- зазор між порогами дверей kabіни і двері шахти по всій довжині повинен бути дорівнює 40-45 мм;

- ролик 1 важеля шахтної двері (рис. 6) повинен зайти в отводку не менше ніж на 10 мм (регулювання досягається зміною довжини консолі осі ролика в різьбі з наступною фіксацією її контргайкою, при цьому зазор між торцем ролика і порогом kabіни повинен бути не менше 14 мм);

- зазор між циліндричною поверхнею ролика і внутрішньою площиною скоби повинен бути дорівнює 8 ± 2 мм (регулювання досягається зміною положення важеля 26 (рис. 11);

- зазор між торцем шунта і пазом датчика ДТО повинен бути дорівнює 15-20 мм, а зміщення шунта щодо осі симетрії паза датчика не більше 3 мм;

- важіль поперхового перемикача повинен займати вертикальне положення при знаходженні ролика на прямолінійній ділянці комбінованої відводки, повинен бути зазор між торцем осі ролика і комбінованої відводки – не менше 12-17 мм, шлях уповільнення при русі kabіни як вгору, так і вниз однаковим, зазор між відведеннями дверей kabіни і порогом дверей шахти – не менше 14 мм.

Після остаточного регулювання взаємодії важеля замка дверей шахти і скоби положення важеля фіксують контровочною металевою пластиною 18 (рис. 11), загнувши її з двох сторін на важіль.

Регулювання кінцевого вимикача ВК проводять, коли kabіна перебуває в крайніх робочих положеннях, шляхом зміни положення упорів, що встановлюються на канат обмежувача швидкості, і зміною кута установки важеля контакту. При цьому механізм виключення контакту, що встановлюється на підставці обмежувача швидкості, повинен вільно взаємодіяти з упорами, які встановлюються таким чином, щоб кінцевий вимикач спрацював при проходженні kabіною крайніх робочих положень на відстань 50 ± 10 мм.

8 Регулювання електроапаратури

Регулювання апаратури виробляють при знятій напрузі. Перед цим апаратуру очищають від пилу і бруду. Особливо ретельно розглядають апаратуру в шафі керування. Контактні поверхні повинні бути чистими і сухими, а зв'язані контакти замикатися одночасно і щільно.

Автоматичний вимикач в ланцюзі живлення статорних обмоток двигуна лебідки, як правило, не регулюється. При огляді лише перевіряють затягування гвинтів кріплення автомата на панелі і гвинтів кріплення проводів.

Для перевірки теплових розчіплювачів автоматичних вимикачів з струмами уставки 10 або 12,5 А:

- 1) від'єднують всі дроти з верхніх і нижніх клем автоматичного вимикача;
- 2) намотують у вільний простір трансформатора ОСО – 0,25 напругою 380/24 В кілька витків гнучкого мідного ізолюваного проводу перерізом не менше 4 мм² таким чином, щоб при замиканні цієї додаткової обмотки через один з полюсів автоматичного вимикача по ній протікає струм 40-46, при неможливості отримання струму в заданих межах при напрузі 380 В трансформатор включають на 220 В, змінивши число витків додаткової обмотки;

- 3) вимірюють час спрацьовування автоматичного вимикача при пропущенні струму по черзі через кожен полюс; випробування кожного полюса проводять з інтервалом часу не менше 15 хв.

Вимикач вважається таким, що витримав випробування, якщо час спрацьовування двох з трьох полюсів знаходиться в межах 7-30 с, а третього – не менше 7 с. Для отримання необхідного часу спрацьовування використовують можливість регулювання струму уставки.

Для вимикачів з уставкою на 12,5 А рекомендується до початку випробувань встановити регулятор уставки в положення «0,91».

Автоматичний вимикач, захищає двигун привода дверей, має регульовану уставку спрацьовування теплових розчіплювачів. Час спрацювання цього автомата при струмі 1,35 І_н не більше 30 хв, а при струмі 6 І_н від 1,5 до 10 с.

Регулювання часу спрацьовування здійснюється за допомогою важеля уставки автомата, який фіксується в відрегульованому положенні гвинтом.

При огляді і перевірці контакторів всі роботи проводять при вимкненому ввідному пристрої. Контактори не повинні мати механічних пошкоджень, всі болтові і гвинтові з'єднання повинні бути затягнуті.

Включивши і відключивши контактор кілька разів від руки, перевіряють, чи немає механічних заїдань. Помічені недоліки усувають. При цьому рухливі контакти повинні стикатися з нерухомими по всій площі. Допускається відхилення порядку 0,5 мм. Контакти та блок - контакти контакторів повинні мати провал і необхідний розчин (зазор між рухомим і нерухомим контактами). Перевірку проводять наступним чином. Включають контактор і перевіряють наявність провалу блок - контактів, який повинен бути близько 2-4 мм.

При огляді магнітної системи звертають увагу на:

- якір повинен легко повертатися з мінімальним переміщенням вздовж осі призми;
- між бічною поверхнею котушки і магнітопроводом повинен бути зазор не менше 2 мм;
- при включеному контакторі якір повинен щільно прилягати до капелюшки сердечника. Допускається зазор між якорем і кінцем капелюшки сердечника, зверненим до осі обертання якоря, не більше 0,5 мм.

При огляді реле часу перевіряють:

- кріплення реле на панелі і кріплення проводів, приєднаних до затискачів реле;
- схему з'єднання контактів по принциповій схемі ліфта;
- відсутність затирання рухомої системи при повороті якоря від руки;
- правильність регулювання параметрів контактної системи.

Регулювання розчинів (зазорів) і провалів контактів виробляють шляхом переміщення нерухомих контактів. Розчини (проміжки) між нерухомими і рухомими контактами повинні бути: у розмикаються – не менше 3,5 мм, у замикаються – не менше 4 мм. Провал контактів як замикаються, так і розмикаються повинен бути не менше 1,5 мм.

Регулювання витримки часу реле виробляють зміною товщини немагнітної прокладки (груба регулювання) - чим тонше прокладка, тим більше витримка часу – і натягом натяжна пружини за допомогою гайок (плавне регулювання).

Поворотну пружину затягують тільки до забезпечення чіткого отпадания якоря і провалу розмикає контакти. Зачищати контакти наждачним полотном забороняється. Для цього застосовують оксамитовий напилек.

При огляді поверхових реле оглядають контактну систему. При натиснутому якорі нормально розімкнуті контакти повинні замкнутися, нормально замкнуті – розімкнутися. Рухлива система реле повинна чітко повертатися у вихідне положення.

Перевіряють також стан клем понижуючих трансформаторів, пінцетів і ножів ввідного пристрою (рубильника). Контактні гвинти затягують до відмови.

9 Монтажні випробування та обкатка

Ця частина роботи включає балансування кабіни з противагою, опробування роботи агрегатів і вузлів у всіх передбачених режимах, перевірку роботи електричної схеми.

Балансування кабіни з противагою роблять наступним чином. Завантажують кабіну вантажем рівним половині номінальної вантажопідйомності ліфта і встановлюють навпроти противаги, виключивши таким чином вплив маси канатів і підвісного кабелю. Потім включають головний рубильник ліфта і вручну розгальмовуються гальма лебідки.

При правильній балансуванні зусилля на штурвалі при обертанні його в різні сторони повинно бути однаковим. Це досягається зняттям або додаванням вантажів на противагу. Після балансування закріплюють вантажі в рами противаги (рис. 5).

Перевірка роботи електричної схеми включає в себе випробування роботи ліфта від кнопок наказу і виклику, випробування блокувальних вимикачів дверей шахти і кабіни, вимикачів слабину тягових канатів, натяжного пристрою каната обмежувача швидкості, кнопки «Стоп» і т.д.; перевірку запобіжних пристроїв – автоматичних вимикачів, а також світлової сигналізації, телефонного і диспетчерського зв'язку.

Після перевірки електричної схеми проводять обкатку ліфта з номінальною завантаженням кабіни. В процесі обкатки рух кабіни повинен здійснюватись із зупинками по всіх поверхах, як знизу вгору, так і згори вниз.

Цикл з зупинками по поверхах повинен чергуватися з транзитним циклом руху кабіни між крайніми зупинками. Безперервність роботи ліфта у зазначених режимах не повинна перевищувати 8-10 хв. Всього за час обкатки повинно бути виконано 12-15 чергуються циклів.

Під час обкатки перевіряють працездатність ліфта, взаємодії його вузлів та механізмів, роботу електроапаратури, приводу дверей, відсутність вібрації і шуму від роботи лебідки. Після обкатки переконуються у відсутності течі масла з редуктора, перевіряють стан стиків напрямних, вкладишів башмаків кабіни і противаги, а також проводять ревізію кріплення кронштейнів, направляючих, каркасів кабіни і противаги, лебідки та іншого обладнання. Крім того, регулюють точність зупинки кабіни при русі з номінальним навантаженням і без завантаження зверху і знизу до кожного поверху. Регулювання виробляють установкою шунтів точної зупинки по висоті, зміною загальної їх довжини, а також регулюванням пружин гальма. Точність зупинки повинна бути забезпечена до 35 мм.

Результати монтажних випробувань і обкатки оформляють актом технічної готовності ліфта.

Перед здачею ліфта в експлуатацію на основному посадковому поверсі встановлюють заводську табличку. Кріплять її шурупами з використанням поліетиленових трубок, дерев'яних пробок або інших засобів, які забезпечують надійне з'єднання.

10 Здача ліфта в експлуатацію

Змонтований і перевірений ліфт вводиться в експлуатацію лише після технічного опосвідчення і випробування його органами Держгіртехнагляду і отримання письмового дозволу на експлуатацію, записаного в паспорт ліфта.

При технічному опосвідченні повинно бути встановлено:

- 1) відповідність ліфта Правилам пристрою і безпечної експлуатації ліфтів у поданій при реєстрації документації;
- 2) перебував ліфт у стані, що допускає його безпечну роботу;
- 3) відповідність обслуговування ліфта Правилам пристрою і безпечної експлуатації ліфтів.

11 Інструкція з експлуатації

11.1 Загальні вказівки

Технічний нагляд за справним станом ліфта покладається на електромеханіка.

Електромеханіками призначаються особи віком не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчені за відповідною програмою, атестовані кваліфікаційною комісією та мають стаж практичної роботи не менше шести місяців з нагляду за ліфтами в якості помічника електромеханіка, а також особи, які мають практичний досвід не менше шести місяців з монтажу та ремонту ліфтів.

Особам, які пройшли атестацію, видають відповідне посвідчення. Результати атестації та перевірку знань обслуговуючого персоналу оформляють протоколами і вносять у журнал перевірки знань обслуговуючого персоналу.

За кожним електромеханіком закріплюють певні ліфти.

Відповідальність за справність стану і безпечну дію ліфтів покладають наказом на обличчя технічної адміністрації підприємства (установи, Жеку), якому належить ліфт, а у випадках, коли ведення нагляду за ліфтами здійснює спеціалізована організація – на особа технічної адміністрації цієї організації.

Прізвище, ім'я, по батькові та підпис особи, відповідальної за справний стан та безпечну роботу ліфтів, а також номер і дата наказу про його призначення повинні міститися у паспорті кожного ліфта.

Дата правильної експлуатації ліфта власник зобов'язаний забезпечити проведення періодичних технічних оглядів і планово-попереджувальних ремонтів.

Для записів результатів огляду ліфта електромеханікам і відміток про усунення виявлених несправностей при огляді повинен бути заведений Журнал технічних оглядів (поточних ремонтів).

11.2 Вимоги з охорони праці

1. Роботи з ремонту та огляду ліфта повинні виконуватися з дотриманням вимог цієї інструкції та Правил будови і безпечної експлуатації ліфтів.

2. Ремонтні роботи і періодичний огляд ліфта повинні проводитися електромеханіком спільно з помічником.

3. При огляді обладнання шахти, кабіни і інших вузлів, які знаходяться за межами машинного приміщення, його двері обов'язково повинні бути замкнені, якщо за умовами роботи немає необхідності перебування в ньому помічника електромеханіка.

4. Огляд шахти з даху кабіни дозволяється проводити тільки в режимі «Ревізія».

5. Огляд механізмів, що супроводжується розбиранням лебідки, може провадитися лише після встановлення противаги на опору і посадки кабіни на уловлювачі у верхній частині шахти з використанням необхідних чалочних і вантажопідйомних засобів.

6. Перед роботою в прямку необхідно перевірити справність блокувальних контактів шахтної двері нижньої зупинки. А вимикач поставлений в положення «Вимкнено».

7. Перед початком огляду всіх шахтних дверей повинні бути вивішені плакати з написом: «Ліфт не працює» або «Технічний огляд».

8. При огляді електромеханіку забороняється:

- виконувати пуск ліфта з поверхової площадки через відкриті двері шахти і кабіни;

- виконувати пуск ліфта шляхом, що подає напругу на електродвигун;

- виводити з дії запобіжні пристрої;

- користуватися переносними лампами на напругу понад 36 В;

- підніматися, перебуваючи на даху кабіни, зі швидкістю вище 0,36 м/с;

- оглядати і ремонтувати знаходяться під напругою електроапарати.

9. При необхідності переміщення кабіни вручну шляхом обертання маховика напругу з панелі керування ліфтом має бути знято.

10. При виконанні робіт по шахті в зонах верхнього та нижнього поверхів необхідно дотримуватися особливих заходів обережності.

11. У машинному приміщенні ліфта повинні бути засоби, що оберігають від ураження електричним струмом (гумові килимки, діелектричні рукавички).

12. Відповідальність за дотримання правил техніки безпеки покладається на керівника робіт.

11.3 Правила пожежної безпеки

1. В кабіні, шахті і машинному приміщенні не допускається куріння і розведення відкритого вогню. Всі роботи по ремонту обладнання, пов'язані з застосуванням відкритого вогню(зварювання, різання, паяння тощо), повинні проводитися тільки з дозволу особи, відповідальної за пожежну безпеку, після перевірки ним безпеки намічених робіт і наявності протипожежних засобів.

2. Не допускається залишати й зберігати в машинному приміщенні легкозаймисті рідини, порожню тару, а також промаслені обтиральні матеріали, ганчір'я тощо.

3. Забороняється захаращувати вихід з машинного приміщення і підходи до засобів зв'язку і протипожежному обладнанню різними предметами (обладнанням).

11.4 Підготовка до роботи ліфта

Ліфт повинен бути завжди в справному стані і готовий для роботи. Редуктори лебідки і приводу дверей кабіни повинні бути заповнені маслом. Рівень заповнення визначається за ризиками маслоуказателя. Марка і сорт масла повинні відповідати марки та сорту, зазначеним у карті змащення.

Механізми та апарати ліфта повинні знаходитися в наступному вихідному положенні:

- ввідний пристрій включено;

- автоматичні вимикачі включені;
- контакт кінцевого вимикача СПК замкнутий;
- контакт кінцевого вимикача уловлювачів ВЛ замкнутий;
- контакт кінцевого вимикача ВК замкнутий;
- кабіна завантажена і знаходиться на рівні першої зупинки;
- двері шахти і кабіни закриті;
- гальмівна полумуфта лебідки затиснута колодками гальма;
- трос обмежувача швидкості лежить в струмку шківа великого діаметру.

Список джерел

1. Колісник М.П., Шевченко Д.Ф., Мелашич В.В. Основні розробки, виробництва, монтажу, випробувань та обстежень підйомно-транспортних машин. – Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Пороги, 2007. – 193 с.
2. Піпа Б.Ф., Хом'як О.М., Чабан В.В. Підйомно-транспортні пристрої. – Навчальний посібник. – Київ: КНУТД, 2006. – 143 с.
3. Григоров О.В., Петренко О.В. Вантажопідйомні машини. – Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 299 с.
4. Ракша С.В., Мелашич В.В., Колісник М.П. – Розрахунки механізмів кранів мостового типу. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Пороги, 2006. – 148 с.
5. Панкратов А.И. Выбор электропривода механизма подъема мостового крана-Краматорск: Донбасская госуд. машиностроительная академия, 2006. – 63 с.
6. Баладінський В.Л., Гаркавенко О.М., Вольтерс О.Ю. та інші. Пристрої та механізми вантажопідйомних машин. Навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2005. – 131 с.
7. Ракша С.В. Довідник до розрахунків механізмів вантажопідйомних кранів. Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2005. – 130 с.
8. Стратегія посилення самостійної роботи студентів у контексті приєднання України до Болонського процесу. Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 244 с.
9. Міренський І.Г., Бабічева О.Ф. Оцінка надійності технічних систем на стадії проектування. Навчальний посібник з грифом МОН України. – Харків: ХДАМГ, 2003. – 106 с.
10. Берещук М.Я., Стадник Г.В., Нечос В.Ю. Науково-методичні основи визначення рейтингу та вдосконалення системи підвищення якості освіти. // Вища школа. – № 4-5. – 2003. – С. 32-42.
11. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. – Москва: Высш.шк., 2003. – 575 с.
12. Тіщенко Л.М. Проектування вантажопідйомних машин та навантажувачів. – Харків: Будівництво, 2003. – 407 с.
13. Огурцов А.П., Сарандачов В.І., Солод В.Ю. Діагностика, динаміка, надійність підйомно-транспортних машин. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2002. – 367 с.
14. Берещук М.Я., Дмитрієв І.Б. Тестовий контроль та рейтингова оцінка знань студентів. Методичні рекомендації до застосування. – Харків: ХДАМГ, 2001. – 43с.
15. Архангельский Г.Г., Волков Д.П. Лифты. – Москва: Ассоциация строительных вузов, 1999. – 479 с.

Навчальне видання

**ДАЛЕКА Василь Хомич,
ШАВКУН Вячеслав Михайлович**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛІФТІВ ТА СПЕЦТЕХНІКИ

*(для студентів 5 курсу денної форми навчання
спеціальності 7.17020201, 8.17020201 – Охорона праці (за галузями))*

Відповідальний за випуск *О. В. Кульбашиний*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2014, поз. 55Л

Підп. до друку 06.05.2014
Друк на ризографі
Зам. №

Формат 60 x 84/16
Ум. друк. арк. 4,0
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.